

PH 561 P

TRẦN TRỌNG HÙNG

Phương Pháp Giải
BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM
CƠ HỌC
12

THU VIỆN TỈNH BÌNH THUẬN

ĐVL '12011' 12



NHÀ XUẤT BẢN TỔNG HỢP THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

PHƯƠNG PHÁP GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM CƠ HỌC 12

TRẦN TRỌNG HƯNG

Chịu trách nhiệm xuất bản
NGUYỄN THỊ THANH HƯƠNG

Biên tập : **HẢI ÂU**

Sửa bản in : **HỒNG HẢI**

Trình bày : Công ty **KHANG VIỆT**

Bìa : Công ty **KHANG VIỆT**

NHÀ XUẤT BẢN TỔNG HỢP TP. HỒ CHÍ MINH
NHÀ SÁCH TỔNG HỢP

62 Nguyễn Thị Minh Khai, Q.1

ĐT: 38225340 – 38296764 – 38247225

Fax: 84.8.38222726

Email: tonghop@nxbhcm.com.vn

Website: www.nxbhcm.com.vn/ www.fiditour.com

Tổng phát hành



CÔNG TY TNHH MTV
DỊCH VỤ VĂN HÓA KHANG VIỆT

Địa chỉ: 71 Đinh Tiên Hoàng - P.Đa Kao - Q.1 - TP.HCM

Điện thoại: 08. 39115694 - 39105797 - 39111969 - 39111968

Fax: 08. 3911.0880

Email: khangvietbookstore@yahoo.com.vn

Website: www.nhasachkhangviet.vn

n lần thứ 1, số lượng 2.000 cuốn, khổ 16×24cm.

Tại: Chi nhánh Cty TNHH MTV NXB GIAO THÔNG VẬN TẢI

Địa chỉ: 92 – Nam Kỳ Khởi Nghĩa – Q1 – Tp.HCM

GPXB số: 1168-11/CXB/37-97/THTPHCM ngày 24/10/2011.

n xong và nộp lưu chiểu quý I năm 2012.

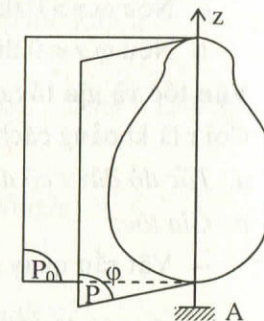
Chương 1. ĐỘNG LỰC HỌC VẬT RẮN

Bài 1. CHUYỂN ĐỘNG QUAY CỦA VẬT RẮN QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Tọa độ góc

- Vị trí của vật tại mỗi thời điểm sẽ được xác định bằng góc φ giữa một mặt phẳng động P gắn với vật và mặt phẳng cố định P_0 (cả hai mặt phẳng này đều chứa trục quay AZ). Góc φ gọi là tọa độ góc của vật.
- Đơn vị của φ là radian (rad)
- Nếu chọn chiều dương là chiều quay của vật thì $\varphi > 0$



2. Tốc độ góc

- Tốc độ góc là đại lượng đặc trưng cho mức độ nhanh, chậm của chuyển động quay.

- Tốc độ góc trung bình: $\omega_{tb} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$

- Tốc độ góc tức thời: $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$

- Đơn vị tốc độ góc là rad/s

3. Gia tốc góc

- Gia tốc góc là đại lượng đặc trưng cho sự biến thiên nhanh hay chậm của tốc độ góc.

- Gia tốc góc trung bình: $\gamma_{tb} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$

- Gia tốc góc tức thời: $\gamma = \frac{d\omega}{dt}$

- Đơn vị của gia tốc góc là rad/s^2 .

4. Các phương trình động học của chuyển động quay.

- Chuyển động quay đều là chuyển động quay có tốc độ góc ω không đổi.

$$\varphi = \varphi_0 + \omega t, \text{ với } \varphi_0 \text{ là tọa độ góc ban đầu.}$$

- Chuyển động quay biến đổi đều là chuyển động quay có gia tốc góc γ không đổi

$$\omega = \omega_0 + \gamma t$$

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \gamma t^2$$

$$\omega^2 - \omega_0^2 = 2\gamma(\varphi - \varphi_0)$$

Với φ_0 và ω_0 là tọa độ góc và tốc độ góc ban đầu, lúc $t = 0$.

+ Nếu $\omega \cdot \gamma > 0$ thì chuyển động quay nhanh dần.

+ Nếu $\omega \cdot \gamma < 0$ thì chuyển động quay chậm dần.

5. Vận tốc và gia tốc các điểm trên vật quay

Gọi r là khoảng cách từ một điểm trên vật rắn tới trục quay.

a. Tốc độ dài v có độ lớn: $v = \omega \cdot r$

b. Gia tốc:

– Vật rắn quay đều: gia tốc của mỗi điểm trên vật rắn là gia tốc hướng tâm có độ lớn

$$a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 \cdot r$$

– Vật rắn quay không đều: gia tốc $\vec{a}$ của mỗi điểm trên vật rắn có hai thành phần:

+ Gia tốc hướng tâm $\vec{a}_n$, đặc trưng cho sự thay đổi về hướng của $\vec{v}$ có độ lớn

$$a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 \cdot r$$

+ Gia tốc tiếp tuyến $\vec{a}_t$ đặc trưng cho sự thay đổi về độ lớn của $\vec{v}$ có độ lớn

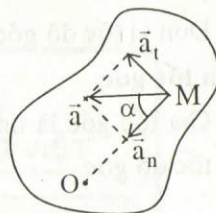
$$a_t = r \cdot \gamma$$

+ Gia tốc $\vec{a}$ của một điểm trên vật rắn

$$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_t \text{ có:}$$

$$* \text{ Độ lớn: } a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$$

$$* \text{ Hợp với bán kính OM góc } \alpha \text{ cho bởi: } \tan \alpha = \frac{a_t}{a_n} = \frac{\gamma}{\omega^2}$$



BÀI TẬP CƠ BẢN

Dạng 1. CHUYỂN ĐỘNG QUAY ĐỀU

• Liên hệ giữa tốc độ quay n và tốc độ góc ω : $\omega = 2\pi n$

Với $\begin{cases} n \text{ là tốc độ quay (vòng/s)} \\ \omega \text{ là tốc độ góc (rad/s)} \end{cases}$

• Phương trình chuyển động quay đều: $\varphi = \varphi_0 + \omega \cdot t$

Với $\begin{cases} \varphi_0 \text{ là tọa độ góc vào lúc ban đầu (t = 0)} \\ \varphi \text{ là tọa độ góc vào lúc t} \end{cases}$

• Góc quay trong thời gian t : $\Delta\varphi = \varphi - \varphi_0 = \omega \cdot t$

• Đổi đơn vị:

$$1 \text{ vòng} = 2\pi \text{ rad} \quad ; \quad 1 \text{ rad} = \frac{1}{2\pi} \text{ vòng}$$

Ví dụ 1. Một bánh xe quay đều với tốc độ $n = 300$ vòng/phút. Lấy $\pi = 3,14$. Tốc độ góc của bánh xe là

A. $\omega = 113040 \text{ rad/s}$ B. $\omega = 1884 \text{ rad/s}$ C. $\omega = 31,4 \text{ rad/s}$ D. $\omega = 156 \text{ rad/s}$

Giải

Tốc độ góc: $\omega = 2\pi n$, với $n = 300 \text{ v/p} = 300 \cdot \frac{\text{vòng}}{60 \text{ s}} = 5 \text{ vòng/s}$

Vậy: $\omega = 2\pi \cdot 5 = 31,4 \text{ (rad/s)}$. Chọn đáp án C.

Ví dụ 2. Một bánh xe quay đều với tốc độ góc $\omega = 9,42 \text{ rad/s}$.

Trong 20s bánh xe quay được

A. 30 vòng B. 20 vòng C. 15 vòng D. 60 vòng

Giải

Góc quay: $\Delta\varphi = \varphi - \varphi_0 = \omega \cdot t = 9,42 \cdot 20 = 188,4 \text{ (rad)} = \frac{188,4}{2\pi} \text{ (vòng)}$
 $= 30 \text{ (vòng)}$

Chọn đáp án A.

Dạng 2. CHUYỂN ĐỘNG QUAY BIẾN ĐỔI ĐỀU

• Tốc độ góc vào lúc t : $\omega = \omega_0 + \gamma \cdot t$

ω_0 là tốc độ góc lúc ban đầu ($t = 0$) (rad/s)

γ là gia tốc góc (rad/s²)

• Gia tốc góc: $\gamma = \frac{\omega - \omega_0}{t}$

• Phương trình chuyển động quay biến đổi đều: $\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \gamma t^2$

Với $\begin{cases} \varphi_0 \text{ là tọa độ góc ban đầu (t = 0)} \\ \omega_0 \text{ là tốc độ góc ban đầu} \end{cases}$

• Góc quay: $\Delta\varphi = \varphi - \varphi_0 = \omega_0 t + \frac{1}{2} \gamma t^2$

- Liên hệ giữa tốc độ góc với góc quay: $\omega^2 - \omega_0^2 = 2\gamma\Delta\varphi$

Ví dụ 1. Một bánh xe quay nhanh dần đều với gia tốc góc $1,57\text{rad/s}^2$. Sau 5s kể từ lúc bắt đầu quay bánh xe đạt tốc độ

- A. $n = 7,85$ vòng/s B. $n = 1,25$ vòng/s
C. $n = 2,50$ vòng/s D. $n = 12,84$ vòng/s

Giải

Tốc độ góc: $\omega = \omega_0 + \gamma t$, với $\begin{cases} \omega_0 = 0 \\ \gamma = 1,57 \text{ rad/s}^2 \\ t = 5s \end{cases}$

Nên: $\omega = 0 + 1,57 \cdot 5 = 7,85 \text{ (rad/s)}$ mà: $1\text{rad/s} = \frac{1}{2\pi}$ vòng/s

Nên: $\omega = 7,85 \cdot \frac{1}{2\pi} = 1,25 \text{ (vòng/s)}$: ta gọi đó là tốc độ bánh xe $n = 1,25$ vòng/s

Chọn đáp án B.

Ví dụ 2. Một bánh xe quay nhanh dần đều. Sau 2 phút từ lúc bánh xe có tốc độ 120 vòng/phút, bánh xe đạt tốc độ 840 vòng/phút. Gia tốc góc của bánh xe là

- A. $\gamma = 0,628 \text{ rad/s}^2$ B. $\gamma = 0,314 \text{ rad/s}^2$
C. $\gamma = 1,256 \text{ rad/s}^2$ D. $\gamma = 0,157 \text{ rad/s}^2$

Giải

- Đổi đơn vị: $1 \text{ vòng/phút} = 2\pi \text{ rad}/60s = \frac{\pi}{30} \text{ rad/s}$

$\omega_0 = 120 \text{ vòng/phút} = 120 \cdot \frac{\pi}{30} = 4\pi \text{ rad/s}$

$\omega = 840 \text{ vòng/phút} = 840 \cdot \frac{\pi}{30} = 28\pi \text{ rad/s}$

$t = 2 \text{ phút} = 120s$

- Gia tốc góc: $\gamma = \frac{\omega - \omega_0}{t} = \frac{28\pi - 4\pi}{120} \text{ (rad/s}^2\text{)} = 0,628 \text{ (rad/s}^2\text{)}$

Chọn đáp án A.

Ví dụ 3. Một bánh xe đang quay với tốc độ góc 10rad/s thì bị hãm và tiếp tục quay chậm dần đều với gia tốc có độ lớn 2rad/s^2 . Lấy $\pi = 3,14$.

Cho đến khi bánh xe dừng lại, nó đã quay được xấp xỉ

- A. 25 vòng B. 4 vòng C. 100 vòng D. 2 vòng

Giải

Có $\omega^2 - \omega_0^2 = 2\gamma \cdot \Delta\varphi$

$$\Rightarrow \Delta\varphi = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\gamma} \text{ với } \begin{cases} \omega = 0 \text{ (khi dừng lại)} \\ \omega_0 = 10 \text{ rad/s (lúc bắt đầu hãm)} \\ \gamma = -2 \text{ rad/s}^2 \text{ (}\gamma < 0 \text{ vì quay chậm dần)} \end{cases}$$

Nên: $\Delta\varphi = \frac{0 - 10^2}{2(-2)} = 25 \text{ (rad)}$ mà $1 \text{ rad} = \frac{1}{2\pi}$ vòng

Vậy: $\Delta\varphi = 25 \cdot \frac{1}{2\pi} = 3,98... \approx 4 \text{ (vòng)}$. Chọn đáp án B.

Dạng 3. TỐC ĐỘ DÀI VÀ GIA TỐC CỦA MỘT ĐIỂM TRÊN VẬT RẮN QUAY

- Tốc độ dài của điểm M cách trục quay khoảng r:

$$\underset{\text{(m/s)}}{v} = \underset{\text{(rad/s)}}{\omega} \cdot \underset{\text{(m)}}{r}$$

- Gia tốc:

- + Nếu vật rắn quay đều thì gia tốc của điểm M hướng tâm với độ lớn:

$$a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 \cdot r$$

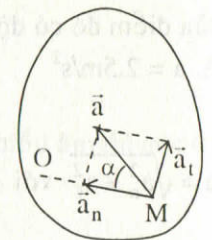
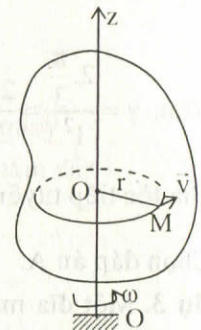
- + Nếu vật rắn quay không đều thì gia tốc của điểm M có độ lớn

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$$

$$a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r : \text{gia tốc hướng tâm}$$

$$a_t = r \cdot \gamma : \text{gia tốc tiếp tuyến}$$

- + Gia tốc $\vec{a}$ hợp với bán kính OM góc α mà: $\tan \alpha = \frac{a_t}{a_n} = \frac{\gamma}{\omega^2}$



Ví dụ 1. Một vật rắn đang quay đều với tốc độ 2 vòng/s thì được tăng tốc, bánh xe quay nhanh dần đều với gia tốc 2rad/s^2 . Tốc độ dài của điểm M trên vật rắn cách trục quay 10cm. Sau 5s kể từ lúc tăng tốc là

- A. $v = 3,158 \text{ m/s}$ B. $v = 5,815 \text{ m/s}$ C. $v = 2,256 \text{ m/s}$ D. $v = 4,374 \text{ m/s}$

Giải

Tốc độ góc ban đầu (lúc $t = 0$): $\omega_0 = 2\pi n = 2\pi \cdot 2 = 4\pi \text{ (rad/s)}$

Tốc độ góc sau 5s: $\omega = \omega_0 + \gamma t = 4\pi + 2,5 = 22,56 \text{ (rad/s)}$

Tốc độ dài của điểm M: $v = \omega \cdot r = 22,56 \cdot 0,1 = 2,256 \text{ (m/s)}$

Chọn đáp án C.

Ví dụ 2. Một thanh OA dài 30cm có thể quay trong mặt phẳng nằm ngang xung quanh trục thẳng đứng qua đầu O. Sau 1s kể từ lúc bắt đầu quay, thanh quay được góc 60° , gia tốc tiếp tuyến của đầu A có độ lớn

- A. $a_t = 0,628 \text{ m/s}$ B. $a_t = 0,314 \text{ m/s}$ C. $a_t = 1,256 \text{ m/s}$ D. $a_t = 0,157 \text{ m/s}$

Giải

$$\text{Góc quay của thanh: } \Delta\varphi = \omega_0 t + \frac{1}{2} \gamma t^2$$

Lúc đầu ($t = 0$) thanh bắt đầu quay ($\omega_0 = 0$) nên:

$$\Delta\varphi = \frac{1}{2} \gamma t^2 \rightarrow \gamma = \frac{2\Delta\varphi}{t^2} \text{ với } \begin{cases} \Delta\varphi = 60^\circ = \frac{\pi}{3} \text{ rad} \\ t = 1\text{s} \end{cases}$$

$$\text{Nên: } \gamma = \frac{2 \cdot \frac{\pi}{3}}{1^2} = \frac{2\pi}{3} \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

$$\text{Gia tốc tiếp tuyến của đầu A: } a_t = r \cdot \gamma = 0,3 \cdot \frac{2\pi}{3} = 0,628 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Chọn đáp án A.

Ví dụ 3. Một đĩa mài bắt đầu quay nhanh dần đều từ nghỉ. Khi đĩa quay được góc $1,5\text{rad}$ thì một điểm trên vành đĩa đạt gia tốc tiếp tuyến là 2m/s^2 , gia tốc của điểm đó có độ lớn xấp xỉ bằng

- A. $a = 2,5\text{m/s}^2$ B. $a = 12,6\text{m/s}^2$ C. $a = 5,8\text{m/s}^2$ D. $a = 6,3\text{m/s}^2$

Giải

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2} \text{ với } \begin{cases} a_n = \omega^2 r \\ a_t = r\gamma \end{cases} \Rightarrow \frac{a_n}{a_t} = \frac{\omega^2}{\gamma} \text{ mà } \omega^2 = 2\gamma\Delta\varphi \text{ (vì } \omega_0 = 0\text{)}$$

$$\rightarrow \frac{\omega^2}{\gamma} = 2\Delta\varphi$$

$$\text{Vậy } \frac{a_n}{a_t} = 2\Delta\varphi \rightarrow a_n = 2\Delta\varphi \cdot a_t$$

$$\text{Do đó: } a = \sqrt{(2\Delta\varphi \cdot a_t)^2 + a_t^2} = a_t \sqrt{(2\Delta\varphi)^2 + 1} = 2 \sqrt{(2 \cdot 1,5)^2 + 1} \approx 6,3 \text{ m/s}^2$$

Chọn đáp án D

Ví dụ 4. Một bánh xe đang quay nhanh dần đều với gia tốc góc 1rad/s^2 quanh tâm O. Sau thời gian t kể từ lúc bánh xe bắt đầu quay, điểm M trên vành bánh xe có vectơ gia tốc $\vec{a}$ hợp với bán kính OM góc $\alpha = 30^\circ$. Thời gian t xấp xỉ bằng

- A. $t = 1,7\text{s}$ B. $t = 1,3\text{s}$ C. $t = 2,5\text{s}$ D. $t = 0,9\text{s}$

Giải

$$\tan\alpha = \frac{a_t}{a_n} = \frac{r \cdot \gamma}{\omega^2 \cdot r} = \frac{\gamma}{\omega^2} \text{ mà } \omega = \gamma \cdot t \text{ (vì } \omega_0 = 0\text{)}$$

$$\text{nên: } \tan\alpha = \frac{\gamma}{(\gamma t)^2} = \frac{1}{\gamma t^2} \Rightarrow t = \frac{1}{\sqrt{\gamma \cdot \tan\alpha}} = \frac{1}{\sqrt{1 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}}} = \sqrt[4]{3} \approx 1,3 \text{ (s)}$$

Chọn đáp án B.

LÍ THUYẾT VÀ BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1.1. Chọn câu đúng. Tốc độ góc của vật rắn quay

- A. tính bằng công thức $\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$
 B. tính bằng đơn vị rad/s^2
 C. đặc trưng cho mức độ nhanh, chậm của chuyển động quay
 D. dương nếu vật quay nhanh dần và âm nếu vật quay chậm dần

1.2. Chọn câu sai. Chuyển động quay đều có

- A. gia tốc góc là hằng số
 B. tốc độ góc không đổi
 C. tọa độ góc được tính bởi: $\varphi = \varphi_0 + \omega t$
 D. góc quay tỉ lệ với thời gian quay

1.3. Chọn câu đúng. Với một chiều dương bất kì thì

- A. tọa độ góc $\varphi > 0$
 B. vật quay theo chiều dương thì $\omega > 0$, vật quay theo chiều âm thì $\omega < 0$
 C. vật quay (có $\gamma \neq 0$) theo chiều dương thì $\omega\gamma > 0$
 D. vật quay nhanh dần thì $\gamma > 0$

1.4. Chọn câu đúng. Khi vật rắn quay thì các điểm khác nhau trên vật rắn (không nằm trên trục quay) có cùng

- A. tọa độ góc và góc quay B. góc quay và gia tốc góc
 C. tốc độ góc và tốc độ (đài) D. gia tốc góc và gia tốc (đài)

1.5. Một vật rắn quay nhanh dần đều từ nghỉ, tốc độ góc tỉ lệ với

- A. góc quay B. bình phương thời gian
 C. căn bậc hai của thời gian D. căn bậc hai của góc quay

1.6. Chọn công thức đúng

- A. $\omega_{tb} = \frac{d\varphi}{dt}$ B. $\gamma = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$ C. $\omega = \varphi'(t)$ D. $\gamma_{tb} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$

1.7. Chọn chiều dương là chiều quay của vật rắn thì

- A. $\omega > 0$ B. $\gamma > 0$ C. $\omega \cdot \gamma > 0$ D. $\omega \cdot \gamma < 0$

- 1.8. Chọn câu sai khi nói về chuyển động quay của vật rắn
- A. Gia tốc góc đặc trưng cho sự biến thiên của tốc độ góc ở mỗi thời điểm.
 B. Khi vật rắn quay đều thì vectơ vận tốc của một điểm trên vật rắn không đổi.
 C. Gia tốc hướng tâm đặc trưng cho sự thay đổi về hướng của vectơ vận tốc.
 D. Gia tốc tiếp tuyến đặc trưng cho sự thay đổi về độ lớn của vectơ vận tốc.
- 1.9. Chọn công thức đúng
- A. $a_n = V^2 \cdot r$ B. $a_n = \frac{\omega^2}{r}$ C. $a = r\sqrt{\omega^4 + \gamma^2}$ D. $a_t = r \cdot \omega$
- 1.10. Vật rắn đang quay với tốc độ 10 vòng/phút. Tốc độ góc của vật rắn lúc đó là
- A. $\omega = \frac{\pi}{3} \text{ rad/s}$ B. $\omega = \frac{\pi}{6} \text{ rad/s}$ C. $\omega = \frac{2\pi}{3} \text{ rad/s}$ D. $\omega = \frac{\pi}{2} \text{ rad/s}$
- 1.11. Đĩa mài đạt tốc độ góc 12,56 rad/s sau 5s kể từ lúc khởi động. Đĩa mài đã quay được
- A. 10 vòng B. 20 vòng C. 2 vòng D. 5 vòng
- 1.12. Một bánh xe đang quay với tốc độ 300 vòng/phút thì bị hãm và sau 6s nó còn 120 vòng/phút. Kể từ lúc hãm bánh xe sẽ dừng lại sau
- A. 10 vòng B. 25 vòng C. 8 vòng D. 50 vòng
- 1.13. Cánh quạt đang quay với tốc độ 300 vòng/phút thì lúc $t = 0$ cánh quạt bắt đầu quay chậm dần đều và sau 5s cánh quạt còn tốc độ 180 vòng/phút. Cánh quạt sẽ dừng lại vào lúc
- A. $t = 15s$ B. $t = 10s$ C. $t = 12,5s$ D. $t = 7,5s$
- 1.14. Sau thời gian 10s, tốc độ quay của bánh xe tăng đều từ 120 vòng/phút lên 480 vòng/phút. Biết bán kính bánh xe là 20cm, trong thời gian này xe đã chạy được quãng đường.
- A. $s = 15,7m$ B. $s = 125,6m$ C. $s = 31,4m$ D. $s = 62,8m$
- 1.15. Một bánh xe bắt đầu quay từ nghỉ với gia tốc góc 2 rad/s^2 . Biết bán kính bánh xe là 50cm. Sau 4s một điểm trên vành bánh xe đã quay được một cung dài
- A. $s = 8m$ B. $s = 4m$ C. $s = \frac{8}{\pi} m$ D. $16m$
- 1.16. Một đĩa mài bắt đầu quay chậm dần đều và dừng lại sau 10s. Trong 10s này đĩa quay được 25 vòng, lấy $\pi = 3,14$. Độ lớn gia tốc góc của đĩa là
- A. $1,57 \text{ rad/s}^2$ B. $3,14 \text{ rad/s}^2$ C. $6,28 \text{ rad/s}^2$ D. $12,56 \text{ rad/s}^2$
- 1.17. Phương trình chuyển động quay của vật rắn cho bởi $\varphi = 2t^2 + 3t - 6$, trong đó t tính bằng giây, φ tính bằng rad. Tốc độ góc lúc $t = 5s$ là
- A. $\omega = 15 \text{ rad/s}$ B. $\omega = 42 \text{ rad/s}$ C. $\omega = 23 \text{ rad/s}$ D. $\omega = 8 \text{ rad/s}$

- 1.18. Cánh quạt dài 50cm quay đều với tốc độ 90 vòng/phút. Tốc độ dài của đầu cánh quạt là
- A. $v = 18,84 \text{ m/s}$ B. $v = 6,58 \text{ m/s}$ C. $v = 24,32 \text{ m/s}$ D. $v = 12,65 \text{ m/s}$
- 1.19. Một đĩa mài có bán kính 20cm bắt đầu quay nhanh dần đều từ nghỉ. Sau thời gian 10s kể từ lúc bắt đầu quay tốc độ dài của một điểm trên vành đĩa là 20m/s. Gia tốc góc quay của đĩa bằng
- A. $\gamma = 5 \text{ rad/s}^2$ B. $\gamma = 8 \text{ rad/s}^2$ C. $\gamma = 18 \text{ rad/s}^2$ D. $\gamma = 10 \text{ rad/s}^2$
- 1.20. Một đĩa tròn bán kính 30cm bắt đầu quay nhanh dần đều từ nghỉ với gia tốc góc 2 rad/s^2 . Sau 10s thì gia tốc hướng tâm của một điểm trên vành đĩa là
- A. $a_n = 60 \text{ m/s}^2$ B. $a_n = 120 \text{ m/s}^2$ C. $a_n = 80 \text{ m/s}^2$ D. $a_n = 100 \text{ m/s}^2$
- 1.21. Đầu kim giây của đồng hồ để bàn coi như chuyển động tròn đều trên đường tròn bán kính 3cm. Tốc độ dài và gia tốc dài của đầu kim xấp xỉ bằng
- A. $v = 0,314 \text{ cm/s}$ và $a = 0,033 \text{ cm/s}^2$ B. $v = 0,526 \text{ cm/s}$ và $a = 0,248 \text{ cm/s}^2$
 C. $v = 1,224 \text{ cm/s}$ và $a = 2,140 \text{ cm/s}^2$ D. $v = 2,568 \text{ cm/s}$ và $a = 1,634 \text{ cm/s}^2$
- 1.22. Coi chuyển động của các đầu kim giây và kim phút là các chuyển động tròn đều trên các đường tròn với bán kính của đầu kim giây bằng $\frac{5}{6}$ lần của đầu kim phút. Tỉ số gia tốc dài của đầu kim giây và đầu kim phút $\left(\frac{a_{\text{giây}}}{a_{\text{phút}}} \right)$ là
- A. 60 B. 120 C. 300 D. 360
- 1.23. Trái Đất coi như hình cầu bán kính 6400km chuyển động tròn đều xung quanh trục của nó với thời gian quay mỗi vòng là 24 giờ. Tốc độ dài và gia tốc dài của một điểm trên xích đạo gần bằng
- A. $v = 465 \text{ m/s}$; $a = 0,0338 \text{ m/s}^2$ B. $v = 465 \text{ m/s}$; $a = 34 \text{ m/s}^2$
 C. $v = 228 \text{ m/s}$; $a = 0,0338 \text{ m/s}^2$ D. $v = 228 \text{ m/s}$; $a = 34 \text{ m/s}^2$
- 1.24. Trái Đất coi như hình cầu bán kính 6400km chuyển động tròn đều xung quanh trục của nó với thời gian quay mỗi vòng là 24 giờ. Tốc độ dài và gia tốc dài của một điểm trên mặt đất ở vĩ độ 60° xấp xỉ bằng
- A. $v = 465 \text{ m/s}$; $a = 0,034 \text{ m/s}^2$ B. $v = 465 \text{ m/s}$; $a = 0,017 \text{ m/s}^2$
 C. $v = 232,6 \text{ m/s}$; $a = 0,034 \text{ m/s}^2$ D. $v = 232,6 \text{ m/s}$; $a = 0,017 \text{ m/s}^2$
- 1.25. Biết bán kính bánh xe đạp là 0,5m. Lúc xe chạy đều với tốc độ 18km/h thì gia tốc dài của một điểm trên vành bánh xe là
- A. 25 m/s^2 B. 15 m/s^2 C. 50 m/s^2 D. 30 m/s^2
- 1.26. Một đĩa mài chuyển động nhanh dần đều từ nghỉ với gia tốc góc là 2 rad/s^2 . Biết bán kính đĩa là 20cm. Độ lớn gia tốc của một điểm trên vành đĩa sau 1s kể từ lúc đĩa bắt đầu quay là

A. $a = 0,4\sqrt{5} \text{ m/s}^2$

B. $a = 0,5\sqrt{5} \text{ m/s}^2$

C. $a = 0,4\sqrt{3} \text{ m/s}^2$

D. $a = 0,8\sqrt{5} \text{ m/s}^2$

1.27. Một thanh cứng OA dài 1m có thể quay dễ dàng trong mặt phẳng nằm ngang quanh một trục qua đầu O. Đầu A đạt được tốc độ 2m/s sau khi quay được góc 30° (ban đầu đứng yên), lúc đó gia tốc dài của đầu A xấp xỉ

A. $a = 12,3 \text{ m/s}^2$

B. $a = 8,6 \text{ m/s}^2$

C. $a = 5,5 \text{ m/s}^2$

D. $a = 9,2 \text{ m/s}^2$

1.28. Một đĩa compact (CD) bắt đầu quay nhanh dần đều từ nghỉ xung quanh tâm O. Khi quay được góc $\frac{\sqrt{3}}{6}$ rad thì vectơ gia tốc dài $\vec{a}$ tại điểm M trên vật rắn

hợp với bán kính OM góc α bằng

A. $\frac{\pi}{6}$

B. $\frac{\pi}{3}$

C. $\frac{\pi}{4}$

D. $\frac{\pi}{2}$

HƯỚNG DẪN GIẢI

1.1. Đáp án C.

1.2. Đáp án A. A sai vì: trong chuyển động quay đều gia tốc góc $\gamma = 0$

D đúng vì góc quay $\Delta\varphi = \varphi - \varphi_0 = \omega t$: tỉ lệ với thời gian t.

1.3. Đáp án B

A sai, vì nếu chọn chiều dương ngược với chiều quay của vật thì $\varphi < 0$.

C sai, vì vật quay theo chiều dương thì $\omega > 0$ nhưng nếu là chuyển động chậm dần thì $\gamma < 0$, lúc đó $\omega\gamma < 0$.

D sai, vì nếu chiều dương ngược với chiều quay thì chuyển động nhanh dần có $\gamma < 0$.

1.4. Đáp án B

A sai, vì các điểm khác nhau trên vật rắn có tọa độ góc φ khác nhau.

C sai, vì tốc độ (dài) $v = \omega \cdot r$; r khác nhau thì v khác nhau.

D sai, vì $a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$, trong đó $a_n = \omega^2 r$ và $a_t = \gamma r$ khác nhau nếu r khác nhau, lúc đó a khác nhau.

1.5. Đáp án D, với $\omega_0 = 0$ thì $\omega = \gamma t$ và $\omega = \sqrt{2\gamma\Delta\varphi}$.

Vậy tốc độ góc ω tỉ lệ với căn bậc hai của góc quay $\Delta\varphi$ (và tỉ lệ với thời gian t)

1.6. Đáp án C, $\omega = \frac{d\varphi}{dt} = \varphi'(t)$

1.7. Đáp án A. Vì vật quay theo chiều dương thì $\omega > 0$

B sai, vì nếu chuyển động chậm dần thì $\gamma < 0$

C sai, vì $\omega > 0$ và $\gamma < 0$ (chậm dần) thì $\omega \cdot \gamma < 0$

D sai, vì $\omega > 0$ và $\gamma > 0$ (nhanh dần) thì $\omega \gamma > 0$

1.8. Đáp án B. Sai, vì khi vật rắn quay đều thì hướng của vectơ vận tốc thay đổi nên vectơ vận tốc thay đổi (chỉ có độ lớn của vận tốc là không đổi).

1.9. Đáp án C. Vì $a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2} = \sqrt{(\omega^2 r)^2 + (\gamma r)^2} = r\sqrt{\omega^2 + \gamma^2}$

A sai, vì $a_n = \frac{v^2}{r}$

B sai, vì $a_n = \omega^2 \cdot r$

D sai, vì $a_t = r \cdot \gamma$

1.10. Đáp án A

$$n = 10 \text{ vòng/phút} = 10 \text{ vòng}/60\text{s} = \frac{1}{6} \text{ vòng/s}$$

$$\omega = 2\pi n = 2\pi \cdot \frac{1}{6} = \frac{\pi}{3} \text{ rad/s}$$

1.11. Đáp án D

$$\text{có } \begin{cases} \Delta\varphi = \frac{1}{2}\gamma \cdot t^2 \\ \omega = \gamma \cdot t \end{cases} \quad (\text{vì } \omega_0 = 0)$$

$$\Rightarrow \Delta\varphi = \frac{1}{2}\omega \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 12,56 \cdot 5 = 31,4 \text{ (rad)} = \frac{31,4}{2\pi} = 5 \text{ (vòng)}$$

1.12. Đáp án B

$$n_0 = 300 \text{ v/ph} \rightarrow \omega_0 = 2\pi n_0 = 2\pi \cdot \frac{300}{60} = 10\pi \text{ (rad/s)}$$

$$n_1 = 120 \text{ v/ph} \rightarrow \omega_1 = 2\pi n_1 = 2\pi \cdot \frac{120}{60} = 4\pi \text{ (rad/s)}$$

$$\bullet \quad \gamma = \frac{\omega_1 - \omega_0}{t} = \frac{4\pi - 10\pi}{6} = -\pi \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

$$\bullet \quad 0^2 - \omega_0^2 = 2\gamma \cdot \Delta\varphi \Rightarrow \Delta\varphi = -\frac{\omega_0^2}{2\gamma} = -\frac{(10\pi)^2}{2(-\pi)} = 50\pi \text{ (rad)} = \frac{50\pi}{2\pi} = 25 \text{ (vòng)}$$

1.13. Đáp án C

$$\text{Áp dụng: } \omega = \omega_0 + \gamma t$$

$$\text{Trong 5s đầu: } \omega_1 - \omega_0 = \gamma t_1 \quad (1)$$

$$\text{Từ lúc } t = 0 \text{ đến khi dừng } (\omega = 0): 0 - \omega_0 = \gamma t_2 \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} (1) : \quad \omega_1 - \omega_0 &= \gamma t_1 \Rightarrow t_2 = t_1 \cdot \frac{-\omega_0}{\omega_1 - \omega_0}, \text{ với } \\ (2) : \quad -\omega_0 &= \gamma t_2 \end{aligned} \right\} \begin{cases} \omega_0 = 2\pi \cdot \frac{300}{60} = 10\pi \text{ (rad/s)} \\ \omega_1 = 2\pi \cdot \frac{180}{60} = 6\pi \text{ (rad/s)} \\ t_1 = 5\text{s} \end{cases}$$

$$\text{nên: } t_2 = 5 \cdot \frac{-10\pi}{6\pi - 10\pi} = 12,5 \text{ (s)}$$

1.14. Đáp án D

$$\text{có } \begin{cases} \omega^2 - \omega_0^2 = 2\gamma \cdot \Delta\varphi \\ \omega - \omega_0 = \gamma t \end{cases} \Rightarrow \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{\omega - \omega_0} = \frac{2\Delta\varphi}{t} \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{1}{2} \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{\omega - \omega_0} \cdot t = \frac{1}{2} (\omega + \omega_0) \cdot t$$

$$\text{với } \begin{cases} \omega_0 = 2\pi \cdot \frac{120}{60} = 4\pi \text{ (rad/s)} \\ \omega = 2\pi \cdot \frac{480}{60} = 16\pi \text{ (rad/s)} \end{cases}$$

$$\text{nên } \Delta\varphi = \frac{1}{2} (16\pi + 4\pi) \cdot 10 = 100\pi \text{ (rad)} = \frac{100\pi}{2\pi} \text{ (vòng)} = 50 \text{ (vòng)}$$

$$\text{Mỗi vòng quay xe đi được: } s_1 = 2\pi \cdot R = 2\pi \cdot 0,2 = 0,4\pi \text{ (m)}$$

$$\text{Quãng đường xe đã đi được trong 10s: } s = 50 \cdot 0,4\pi = 62,8 \text{ (m)}$$

1.15. Đáp án A

- Góc quay: $\Delta\varphi = \frac{1}{2} \gamma t^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 4^2 = 16 \text{ (rad)}$
- Với góc quay ở tâm là $\Delta\varphi$ thì một điểm trên vành bánh xe sẽ quay một cung dài: $s = R \cdot \Delta\varphi = 0,5 \cdot 16 = 8 \text{ (m)}$.

1.16. Đáp án B

$$\text{Trong 10s cuối: } \begin{cases} \Delta\varphi = \omega_0 t + \frac{1}{2} \gamma t^2 \\ 0 = \omega_0 + \gamma t \rightarrow \omega_0 = -\gamma t \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta\varphi = -\gamma_0 t^2 + \frac{1}{2} \gamma t^2 = -\frac{1}{2} \gamma t^2 \Rightarrow \gamma = -\frac{2\Delta\varphi}{t^2}$$

$$\text{Với } \Delta\varphi = 25 \cdot 2\pi = 157 \text{ (rad) nên } \gamma = -2 \cdot \frac{157}{10^2} = -3,14 \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

$$|\gamma| = 3,14 \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

1.17. Đáp án C

- So phương trình đã cho: $\varphi = 2t^2 + 3t - 6$

$$\text{Với phương trình tổng quát: } \varphi = \frac{1}{2} \gamma t^2 + \omega_0 t + \varphi_0 \text{ ta được}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{2} \gamma = 2 \rightarrow \gamma = 4 \text{ rad/s}^2 \\ \omega_0 = 3 \text{ rad/s} \end{cases}$$

- Biểu thức tính tốc độ góc: $\omega = \omega_0 + \gamma \cdot t = 3 + 4t \text{ (rad/s)}$
- Lúc $t = 5\text{s}$: $\omega = 3 + 4 \cdot 5 = 23 \text{ (rad/s)}$

1.18. Đáp án A

$$\omega = 2\pi n = 2\pi \cdot \frac{90}{60} = 3\pi \text{ (rad/s);}$$

$$v = \frac{\omega}{R} = \frac{3\pi}{0,5} = 6\pi = 18,84 \text{ (m/s)}$$

1.19. Đáp án D

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{20}{0,2} = 100 \text{ (rad/s)}$$

$$\omega = \gamma t \text{ (}\omega_0 = 0\text{)} \Rightarrow \gamma = \frac{\omega}{t} = \frac{100}{10} = 10 \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

1.20. Đáp án B

$$a_n = \omega^2 \cdot R, \text{ với } \omega = \gamma \cdot t \text{ (vì } \omega_0 = 0\text{)}$$

$$= (\gamma t)^2 \cdot R = (2 \cdot 10)^2 \cdot 0,3 = 120 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

1.21. Đáp án A

$$\text{Tốc độ kim giây: } n = 1 \text{ vòng/60s}$$

$$\text{Tốc độ góc: } \omega = 2\pi n = 2\pi \cdot \frac{1}{60} = \frac{\pi}{30} \text{ (rad/s)}$$

$$\text{Tốc độ dài: } v = \omega R = \frac{\pi}{30} \cdot 3 \approx 0,314 \text{ (cm/s)}$$

$$\text{Gia tốc dài: } a = a_n = \omega^2 R = \left(\frac{\pi}{30}\right)^2 \cdot 3 \approx 0,033 \text{ (cm/s}^2\text{)}$$

1.22. Đáp án C

Gọi kim giây là số 1, kim phút là số 2.

$$\text{Ta có: } \frac{a_{\text{giây}}}{a_{\text{phút}}} = \frac{\omega_1^2 R_1}{\omega_2^2 R_2} = \frac{(2\pi n_1)^2 \cdot R_1}{(2\pi n_2)^2 \cdot R_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 \left(\frac{R_1}{R_2}\right)$$

$$\text{Với } \begin{cases} n_1 = 1 \text{ vòng/phút} \\ n_2 = 1 \text{ vòng/60phút} \end{cases} \text{ nên } \frac{a_{\text{giây}}}{a_{\text{phút}}} = \left(\frac{1}{1/60}\right)^2 \cdot \left(\frac{5}{6}\right) = 300$$

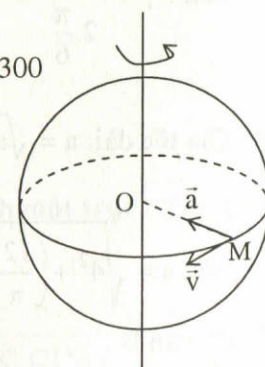
1.23. Đáp án A

$$v = \omega R = (2\pi n) \cdot R,$$

$$\text{với } n = 1 \text{ vòng/24 giờ} = \frac{1}{86400} \text{ v/s}$$

$$\text{nên } v = \left(2\pi \cdot \frac{1}{86400}\right) \cdot (6400 \cdot 10^3) \approx 465 \text{ (m/s)}$$

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{(465)^2}{6400 \cdot 10^3} \approx 0,0338 \text{ (m/s}^2\text{)}$$



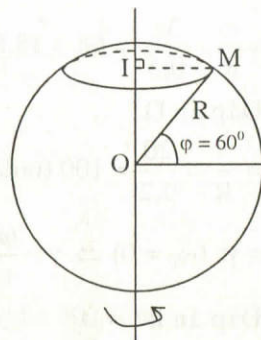
1.24. Đáp án D

Điểm M trên Mặt Đất sẽ chuyển động tròn đều trên đường tròn tâm I bán kính:
 $r = I.M = R \cdot \cos 60^\circ = 6400 \cdot \cos 60^\circ = 3200 \text{ (km)}$

$$v = \omega \cdot r = (2\pi n) \cdot R = \left(2\pi \cdot \frac{1}{86400}\right) \cdot (3200 \cdot 10^3)$$

$$\approx 232,6 \text{ (m/s)}$$

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{(232,6)^2}{3200 \cdot 10^3} \approx 0,017 \text{ (m/s}^2\text{)}$$



1.25. Đáp án C

Tốc độ xe cũng là tốc độ dài v của một điểm trên vành bánh xe: $v = 18 \text{ km/h} = 5 \text{ m/s}$

$$\text{Gia tốc dài: } a = a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{5^2}{0,5} = 50 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

1.26. Đáp án A

$$a_n = \omega^2 r = (\gamma \cdot t)^2 \cdot r = (2 \cdot 1)^2 \cdot 0,2 = 0,8 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$a_t = \gamma \cdot r = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2} = \sqrt{0,8^2 + 0,4^2} = 0,4\sqrt{5} \text{ (m/s}^2\text{)}$$

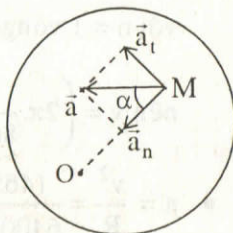
1.27. Đáp án C

$$\text{Gia tốc góc: } \gamma = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\Delta\phi} \text{ với } \begin{cases} \omega_0 = 0 \\ \omega = \frac{v}{r} = \frac{2}{1} = 2 \text{ (rad/s}^2\text{)} \\ \Delta\phi = 30^\circ = \frac{\pi}{6} \text{ rad} \end{cases}$$

$$\text{nên: } \gamma = \frac{2^2 - 0}{2 \cdot \frac{\pi}{6}} = \frac{12}{\pi} \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

$$\text{Gia tốc dài: } a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2} \text{ với } \begin{cases} a_n = \omega^2 r = 2^2 \cdot 1 = 4 \text{ (m/s}^2\text{)} \\ a_t = \gamma \cdot r = \frac{12}{\pi} \cdot 1 = \frac{12}{\pi} \text{ (m/s}^2\text{)} \end{cases}$$

$$\text{nên } a = \sqrt{4^2 + \left(\frac{12}{\pi}\right)^2} \approx 5,5 \text{ (m/s}^2\text{)}$$



1.28. Đáp án B

Vectơ gia tốc $\vec{a}$ hợp với OM góc α mà:

$$\tan \alpha = \frac{a_t}{a_n} = \frac{\gamma}{\omega^2}$$

$$\text{Có } \omega^2 - \omega_0^2 = 2\gamma \cdot \Delta\phi$$

$$\omega^2 - 0 = 2\gamma \cdot \Delta\phi \Rightarrow \frac{\gamma}{\omega^2} = \frac{1}{2 \cdot \Delta\phi} = \frac{1}{2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{6}} = \sqrt{3}$$

$$\text{hay } \tan \alpha = \sqrt{3} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{3}$$

BÀI 2. PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG LỰC HỌC CỦA VẬT RẮN QUAY QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Momen lực đối với trục quay

$$\text{Momen của lực } \vec{F} \text{ đối với trục quay là } \boxed{M = F \cdot d}$$

(N.m) (N) (m)

với d là khoảng cách từ trục quay đến giá của lực $\vec{F}$

• $M > 0$ nếu lực $\vec{F}$ có tác dụng làm vật quay theo chiều dương (thường là chiều quay của vật) và $M < 0$ nếu ngược lại.

2. Momen quán tính

• Momen quán tính I đối với một trục là đại lượng đặc trưng cho mức quán tính của vật rắn trong chuyển động quay quanh vật ấy.

$$\text{Công thức: } \boxed{I = \sum_i m_i r_i^2}$$

• Đơn vị của I là $\text{kg} \cdot \text{m}^2$

• Momen quán tính của một số vật rắn đồng chất đối với trục đối xứng.

a. Thanh có tiết diện nhỏ so với chiều dài l: $I = \frac{1}{12} m \cdot l^2$

b. Vành tròn bán kính R: $I = mR^2$

c. Đĩa tròn mỏng: $I = \frac{1}{2} mR^2$

d. Khối cầu đặc: $I = \frac{2}{5} mR^2$

3. Phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục cố định:

$$\boxed{M = I \cdot \gamma}$$

CÁC BÀI TẬP CƠ BẢN

Dạng 1. MOMEN LỰC ĐỐI VỚI TRỤC QUAY

$$\text{Công thức: } M = F \cdot d, \text{ với } d \text{ là khoảng cách từ trục quay đến giá của lực } \vec{F}$$

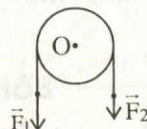
(N.m) (N) (m)

THƯ VIỆN TỈNH BÌNH THUAN

ĐVL 12011 12

- Chọn chiều dương là chiều quay của vật thì
 - + $M > 0$ nếu lực $\vec{F}$ có tác dụng làm vật quay
 - + $M < 0$ nếu lực $\vec{F}$ có tác dụng làm cản vật quay
 - + $M = 0$ nếu giá của lực $\vec{F}$ đi qua trục quay

Ví dụ: Một ròng rọc bán kính 10cm có thể quay dễ dàng xung quanh trục qua tâm O của nó. Vắt qua rãnh của ròng rọc một đoạn dây không dẫn rồi tác dụng vào hai đầu dây hai lực cùng hướng thẳng đứng xuống dưới với các độ lớn $F_1 = 10\text{N}$, $F_2 = 6\text{N}$ (Hình vẽ). Momen lực tác dụng vào ròng rọc.



- A. 1,6 N.m B. 0,4 N.m C. 16 N.m D. 4N.m

Giải

Vì $F_1 > F_2$ nên ròng rọc sẽ quay theo chiều của lực $\vec{F}_1$, vì vậy lực $\vec{F}_1$ sẽ có momen lực $M_1 > 0$ còn lực $\vec{F}_2$ có momen lực $M_2 < 0$ với:

$$M_1 = F_1.R = 10.0,1 = 1 \text{ (N.m)}$$

$$M_2 = -F_2.R = -6.0,1 = -0,6 \text{ (N.m)}$$

$$\text{Momen lực tác dụng vào ròng rọc là: } M = M_1 + M_2 = 1 + (-0,6) = 0,4 \text{ (N.m)}$$

Chọn đáp án B

Dạng 2. MOMEN QUÁN TÍNH

a. Công thức tính momen quán tính của:

– Chất điểm: $I = m.r^2$

– Thanh: $I = \frac{1}{12}ml^2$

– Vành tròn: $I = m.R^2$

– Đĩa tròn: $I = \frac{1}{2}mR^2$

– Khối cầu đặc: $I = \frac{2}{5}mR^2$

b. Momen quán tính luôn luôn là số dương

c. Momen quán tính có tính cộng

Ví dụ 1: Thanh mảnh dài 1m, đồng chất và tiết diện đều, khối lượng 900g, một đầu gắn với viên bi nhỏ (coi như chất điểm) khối lượng 200g. Momen quán tính của hệ (thanh và bi) đối với trục quay qua khối tâm và vuông góc với thanh là

A. $I = 0,275 \text{ kg.m}^2$

B. $I = 0,125 \text{ kg.m}^2$

C. $I = 0,175 \text{ kg.m}^2$

D. $I = 0,250 \text{ kg.m}^2$

Giải

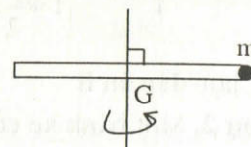
Momen quán tính của

• Thanh: $I_1 = \frac{1}{12}M.l^2 = \frac{1}{12}.0,9.1^2 = 0,075 \text{ (kg.m}^2\text{)}$

• Bi: $I_2 = m.r^2 = m.\left(\frac{l}{2}\right)^2 = 0,2.\left(\frac{1}{2}\right)^2 = 0,05 \text{ (kg.m}^2\text{)}$

• Hệ (thanh và bi): $I = I_1 + I_2 = 0,075 + 0,05 = 0,125 \text{ (kg.m}^2\text{)}$

Chọn đáp án B



Ví dụ 2: Trái Đất coi như một khối cầu đặc có bán kính 6400km, khối lượng riêng là $5,5.10^3 \text{ kg/m}^3$. Momen quán tính của Trái Đất đối với trục quay xấp xỉ

A. $I = 4,5.10^{33} \text{ kg.m}^2$

B. $I = 9,9.10^{33} \text{ kg.m}^2$

C. $I = 4,5.10^{37} \text{ kg.m}^2$

D. $I = 9,9.10^{37} \text{ kg.m}^2$

Giải

Momen quán tính của hình cầu đặc: $I = \frac{2}{5}mR^2$,

với $m = V.D = \frac{4}{3}\pi R^3.D$

nên $I = \frac{2}{5}\left(\frac{4}{3}\pi R^3.D\right).R^2 = \frac{8}{15}\pi R^5.D$

$$= \frac{8}{15}.\pi.(6400.10^3)^5.5,5.10^3 = 9,8898... \times 10^{37} \approx 9,9.10^{37} \text{ (kg.m}^2\text{)}$$

Chọn đáp án D



Dạng 3. PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG LỰC HỌC CỦA VẬT RẮN QUAY

Phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục cố định là:

$$M = I.\gamma$$

với :

- M là tổng các momen lực tác dụng lên vật rắn (đơn vị là N.m)
- I là momen quán tính của vật rắn đối với trục quay (đơn vị là kg.m^2)
- γ là gia tốc góc quay của vật rắn (đơn vị là rad/s^2)

Ví dụ 1. Một đĩa tròn đồng nhất có bán kính $R = 50\text{cm}$, khối lượng $m = 1\text{kg}$. Đĩa chịu tác dụng của lực có phương tiếp tuyến với vành đĩa, độ lớn $F = 1,5\text{N}$. Bỏ qua lực cản tác dụng lên đĩa. Đĩa quay xung quanh trục đi qua tâm với gia tốc góc

A. $\gamma = 3\text{rad/s}^2$

B. $\gamma = 6\text{rad/s}^2$

C. $\gamma = 5\text{rad/s}^2$

D. $\gamma = 8\text{rad/s}^2$

Giải

Phương trình động lực học: $M = I.\gamma$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{M}{I} \text{ với } \begin{cases} M = F.R \\ I = \frac{1}{2}mR^2 \end{cases} \text{ nên } \gamma = \frac{F.R}{\frac{1}{2}mR^2} = \frac{2F}{mR} = \frac{2.1,5}{1.0,5} = 6 \text{ (rad/s}^2\text{)}.$$

Chọn đáp án B

Ví dụ 2. Một bánh xe có momen quán tính đối với trục quay cố định là 5 kg.m². Bánh xe đang quay đều với tốc độ góc 10 rad/s thì chịu tác dụng của momen lực cản có độ lớn 20N.m. Bánh xe dừng lại sau khi quay thêm được xấp xỉ

A. 12,5 vòng B. 4 vòng C. 2 vòng D. 25 vòng

Giải

- Gia tốc góc của bánh xe sau khi chịu tác dụng của momen lực cản:

$$\gamma = \frac{M_c}{I} = \frac{-20}{5} = -4 \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

[dấu – vì bánh xe chuyển động chậm dần]

- Áp dụng: $\omega^2 - \omega_0^2 = 2\gamma\Delta\varphi \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\gamma} = \frac{0 - 10^2}{2(-4)} = 12,5 \text{ (rad)}$
 $= \frac{12,5}{2\pi} \text{ (vòng)} \approx 2 \text{ (vòng)}$

Chọn đáp án C

Ví dụ 3. Một đĩa mài có bán kính R = 50cm, khối lượng M = 10kg đang quay với tốc độ 300 vòng/phút thì bị hãm bằng áp lực $\bar{Q}$ hướng vào tâm O ép lên vành đĩa như hình vẽ với độ lớn Q = 100N làm cho đĩa quay chậm dần rồi dừng lại. Biết hệ số ma sát giữa áp lực $\bar{Q}$ và vành đĩa là $\mu = 0,5$. Kể từ lúc bị hãm cho đến khi dừng lại đĩa quay được xấp xỉ

- A. 1 vòng B. 2 vòng
C. 3 vòng D. 4 vòng

Giải

- Áp lực $\bar{Q}$ tạo ra lực ma sát ($\bar{F}_{ms}$) tiếp xúc với vành đĩa có độ lớn:

$$F_{ms} = \mu Q$$

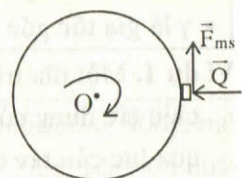
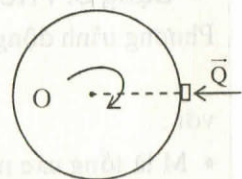
- Momen lực hãm: $M = -F_{ms}.R = -\mu Q.R$

(có dấu – vì momen này cản chuyển động)

- Theo phương trình động lực học của vật rắn quay:

$$M = I.\gamma \Rightarrow \gamma = \frac{M}{I} \text{ với } I = \frac{1}{2}MR^2 \text{ nên } \gamma = -\frac{\mu QR}{\frac{1}{2}MR^2} = -\frac{2\mu Q}{MR}$$

- Theo phương trình của chuyển động quay: $\omega^2 - \omega_0^2 = 2\gamma\Delta\varphi$



$$\text{lúc đĩa dừng lại: } \omega = 0 \text{ nên: } -\omega_0^2 = 2\gamma\Delta\varphi \Rightarrow \Delta\varphi = -\frac{\omega_0^2}{2\gamma} = \frac{\omega_0^2}{2 \cdot \frac{2\mu Q}{MR}} = \frac{\omega_0^2 MR}{4\mu Q}$$

với $\omega_0 = 300 \text{ v/ph} = 5 \text{ v/s} = 10\pi \text{ rad/s}$, ta được:

$$\Delta\varphi = \frac{(10\pi)^2 \cdot 10 \cdot 0,5}{4 \cdot 0,5 \cdot 100} = 2,5\pi^2 \text{ (rad)} = \frac{2,5\pi^2}{2\pi} \text{ (vòng)} \approx 3,925 \text{ (vòng)} \approx 4 \text{ (vòng)}$$

Chọn đáp án D

Ví dụ 4. Một ròng rọc là một đĩa tròn có momen quán tính I, bán kính R quay dễ dàng xung quanh một trục nằm ngang qua tâm O. Một đoạn dây nhẹ không co giãn được vắt qua rãnh ròng rọc. Một đầu dây được treo vật nặng khối lượng m, đầu kia được kéo bằng lực F làm vật nặng m đi lên. Lấy gia tốc rơi tự do của vật là g. Gia tốc chuyển động của vật m là

A. $a = \frac{F - mg}{m}$ B. $a = \frac{F + mg}{m + \frac{I}{R^2}}$ C. $a = \frac{F - mg}{m + \frac{I}{R^2}}$ D. $a = \frac{F - mg}{m + \frac{I}{R}}$

Giải

- Gọi T là sức căng dây treo vật nặng m và a là gia tốc chuyển động của vật, ta có:

$$T - mg = ma \Rightarrow T = m(g + a) \quad (1)$$

- Ròng rọc chịu tác dụng hai lực tiếp tuyến với ròng rọc là sức căng T và lực kéo F. Hai lực này tạo nên chuyển động quay của ròng rọc nên:

$$M = (F - T)R = I.\gamma \Rightarrow \gamma = \frac{(F - T)R}{I}$$

- Gia tốc tiếp tuyến của ròng rọc là: $a_t = R.\gamma = \frac{(F - T)R^2}{I}$

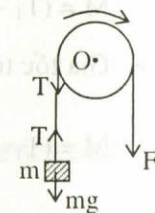
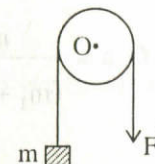
- Chú ý rằng gia tốc a của vật nặng m cũng là gia tốc tiếp tuyến a_t của ròng rọc:

$$a = a_t = \frac{(F - T).R^2}{I} \quad (2)$$

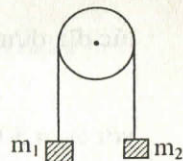
$$(1) \text{ và } (2) \text{ cho: } a = \frac{F - m(g + a)}{I} R^2$$

$$\Rightarrow a \cdot \frac{I}{R^2} = F - mg - ma \Leftrightarrow a \left(m + \frac{I}{R^2} \right) = F - mg \Rightarrow a = \frac{F - mg}{m + \frac{I}{R^2}}$$

Chọn đáp án C



Ví dụ 5. Ròng rọc là một vành tròn có momen quán tính I , bán kính R . Vết qua ròng rọc là đoạn dây nhẹ không co dãn, hai đầu dây treo hai vật nặng m_1 và m_2 mà $m_1 > m_2$ như hình vẽ. Lấy g là gia tốc rơi tự do. Thả cho hai vật chuyển động. Gia tốc chuyển động của các vật là



- A. $a = \frac{(m_1 - m_2)g}{m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}}$ B. $a = \frac{(m_1 + m_2)g}{m_1 - m_2 + \frac{I}{R^2}}$
 C. $a = \frac{m_1 - m_2}{(m_1 + m_2)g + \frac{I}{R^2}}$ D. $a = \frac{m_1 + m_2}{(m_1 - m_2)g + \frac{I}{R^2}}$

Giải

- Vật m_1 đi xuống: $m_1g - T_1 = m_1a \Rightarrow T_1 = m_1(g - a)$ (1)
- Vật m_2 đi lên: $-m_2g + T_2 = m_2a \Rightarrow T_2 = m_2(g + a)$ (2)
- Ròng rọc chịu tác dụng của hai lực tiếp tuyến T_1 và T_2 làm cho ròng rọc quay nên: $M = (T_1 - T_2).R = I\gamma$
- Gia tốc tiếp tuyến của ròng rọc là $a_t = R\gamma \Rightarrow \gamma = \frac{a_t}{R} = \frac{a}{R}$, vậy:

$$M = (T_1 - T_2).R = I \frac{a}{R} \quad (3)$$

$$(1), (2) (3) \text{ cho: } m_1(g - a) - m_2(g + a) = I \frac{a}{R^2}$$

$$(m_1 - m_2)g = a(m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}) \Rightarrow a = \frac{(m_1 - m_2)g}{m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}}$$

Ghi nhớ:

$$\text{Đối với ròng rọc: } a = \frac{|F_1 - F_2|}{m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}}$$

- Nếu hai đầu dây có treo hai vật nặng thì: $F_1 = m_1g$; $F_2 = m_2g$
- Nếu một đầu dây là vật nặng m còn đầu kia kéo bằng lực F thì:

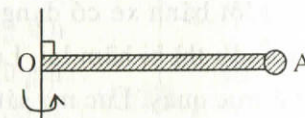
$$a = \frac{|F - mg|}{m + \frac{I}{R^2}}$$

$$3. \text{ Nếu cả hai đầu dây được kéo bằng hai lực } F_1 \text{ và } F_2 \text{ thì: } a = \frac{|F_1 - F_2|}{\frac{I}{R^2}}$$

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

- Đại lượng nào sau đây luôn luôn là số dương?
 - Momen lực
 - Momen quán tính
 - Gia tốc góc
 - Tốc độ góc
- Momen lực có đơn vị là
 - N
 - N/m
 - N.m
 - kg.m
- Một vật đang chuyển động quay nhanh dần đều. Sau đó thôi tác dụng lực vào vật thì nó
 - vẫn tiếp tục quay nhanh dần đều
 - quay chậm dần đều
 - đứng yên
 - quay đều
- Một đĩa tròn có bán kính $R = 20\text{cm}$, khối lượng $m = 100\text{g}$. Momen quán tính của đĩa đối với trục quay đi qua tâm là
 - $I = 0,04 \text{ kg.m}^2$
 - $I = 0,002 \text{ kg.m}^2$
 - $I = 0,02 \text{ kg.m}^2$
 - $I = 0,004 \text{ kg.m}^2$
- Biết momen quán tính của thanh dài l , khối lượng m đối với trục quay đi qua một đầu thanh như hình vẽ được tính bởi công thức: $I = \frac{1}{3}ml^2$

Một thanh OA dài 50cm, khối lượng 200g phân bố đều. Đầu A có gắn viên bi nhỏ khối lượng 50g. Momen quán tính của thanh đối với trục quay đi qua đầu O và vuông góc với thanh xấp xỉ bằng



- $I = 0,029 \text{ kg.m}^2$
 - $I = 0,017 \text{ kg.m}^2$
 - $I = 0,013 \text{ kg.m}^2$
 - $I = 0,023 \text{ kg.m}^2$
- Trái Đất coi như hình cầu đặc có khối lượng riêng trung bình là 5520 kg/m^3 và bán kính trung bình 6400km. Momen quán tính của Trái Đất đối với trục quay của nó xấp xỉ bằng
 - $I = 4,5.10^{25} \text{ kg.m}^2$
 - $I = 9,9.10^{37} \text{ kg.m}^2$
 - $I = 6,8.10^{32} \text{ kg.m}^2$
 - $I = 2,8.10^{42} \text{ kg.m}^2$
 - Một đĩa tròn bán kính 20cm khối lượng 1kg đang quay với tốc độ 120 vòng/phút thì bị lực hãm tiếp xúc với vành đĩa có độ lớn 1,57N. Đĩa dừng lại sau thời gian
 - $t = 0,6\text{s}$
 - $t = 1,0\text{s}$
 - $t = 1,2\text{s}$
 - $t = 0,8\text{s}$
 - Một thanh mảnh chiều dài l khối lượng phân bố đều có thể quay xung quanh một trục nằm ngang qua đầu O. Biết momen quán tính của thanh đối với trục

O là $\frac{1}{3}ml^2$ (m là khối lượng của thanh). Thả thanh lúc nó đang nằm ngang.

Lấy gia tốc rơi tự do là g. Gia tốc góc của thanh lúc vừa thả

- A. $\frac{3mg}{2l}$ B. $\frac{3g}{2l}$ C. $\frac{2mg}{3l}$ D. $\frac{2g}{3l}$

2.9. Một thanh mảnh OA khối lượng phân bố đều có thể quay dễ dàng xung quanh đầu O. Biết momen quán tính của thanh đối với đầu O là $I = \frac{1}{3}ml^2$ với m là khối lượng và l là chiều dài của thanh. Lấy $g = 9,8m/s^2$. Thanh được thả nhẹ lúc thanh đang nằm ngang. Gia tốc dài của đầu thanh A lúc vừa thả là

- A. $9,8 m/s^2$ B. $4,9 m/s^2$ C. $14,7 m/s^2$ D. $18,4 m/s^2$

2.10. Một thanh mảnh OA dài $l = 50cm$, khối lượng $m = 200g$ phân bố đều trên thanh có thể quay dễ dàng xung quanh trục qua đầu O trong mặt phẳng nằm ngang. Biết momen quán tính của thanh đối với đầu O tính bằng công thức $I = \frac{1}{3}ml^2$. Lúc thanh đang nằm yên ta tác dụng vào đầu A một lực $\vec{F}$ có độ lớn 10N và vuông góc với thanh. Tốc độ dài của đầu A lúc thanh quét được góc 60° xấp xỉ bằng

- A. 9,4 m/s B. 25,7 m/s C. 4,3 m/s D. 12,5 m/s

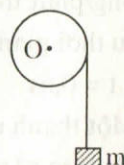
2.11. Một bánh xe có dạng vành tròn bán kính 50cm đang quay với tốc độ góc 10rad/s thì bị hãm lại. Lực hãm có độ lớn 2N, ép lên vành bánh xe và hướng về trục quay. Lực ma sát giữa lực ép và vành bánh xe là 0,2. Sau thời gian 5s bánh xe dừng lại. Khối lượng bánh xe

- A. 0,4kg B. 0,2kg C. 1,0kg D. 0,8kg

2.12. Một đĩa mài quay nhanh dần đều từ nghỉ. Biết rằng lúc này đĩa chịu tác dụng đồng thời của momen phát động và momen cản. Khi đĩa quay được góc 60° thì momen phát động thôi tác dụng, đĩa quay chậm dần đều rồi dừng lại sau khi quay thêm được góc 30° . Độ lớn momen phát động M và momen cản M' (M và M' đều dương) liên hệ với nhau bằng biểu thức

- A. $M = 0,5M'$ B. $M = 1,5M'$ C. $M = 2,0M'$ D. $M = 2,5M'$

2.13. Một ròng rọc có momen quán tính đối với trục quay là I, bán kính R. Trên rãnh ròng rọc có quấn một đoạn dây nhẹ không dẫn, đầu dây có treo vật nặng m như hình vẽ. Thả cho vật chuyển động. Gọi g là gia tốc rơi tự do. Gia tốc chuyển động của vật là



- A. $a = \frac{mg}{m + \frac{I}{R^2}}$ B. $a = \frac{mg}{I}$ C. $a = \frac{mg}{mR^2 + I}$ D. $a = \frac{mgR}{I}$

2.14. Ròng rọc là một đĩa tròn khối lượng 600g. Một đoạn dây nhẹ không dẫn vắt qua ròng rọc, hai vật nặng khối lượng lần lượt $m_1 = 300g$, $m_2 = 200g$ treo ở hai đầu dây như hình vẽ. Lấy $g = 9,8 m/s^2$. Lúc đầu giữ cho hai vật ngang nhau rồi thả nhẹ. Sau 2s hai vật đã cách nhau (tính theo phương thẳng đứng)

- A. 4,5m B. 9,8m C. 6,4m D. 2,5m

2.15. Ròng rọc có bán kính 50cm, momen quán tính đối với trục quay là $0,025kg \cdot m^2$. Một đoạn dây nhẹ không dẫn quấn quanh rãnh ròng rọc, một đầu dây treo vật nặng khối lượng 100g. lấy $g = 9,8 m/s^2$. Thả vật chuyển động, gia tốc góc quay của ròng rọc là

- A. $4,9 rad/s^2$ B. $6,4 rad/s^2$ C. $9,8 \frac{rad}{s^2}$ D. $3,5 \frac{rad}{s^2}$

2.16. Một ròng rọc có momen quán tính đối với trục quay là $0,012 kg \cdot m^2$, bán kính 20cm. Vắt qua ròng rọc dây nhẹ không dẫn, hai đầu dây mang hai vật nặng khối lượng lần lượt 500g và 200g như hình vẽ; lấy $g = 10m/s^2$. Lúc đầu giữ hai vật đứng yên. Thả nhẹ cho hai vật chuyển động, sau 0,5s một điểm trên vành ròng rọc đã quay với tốc độ góc.

- A. 15,0 rad/s B. 6,4 rad/s C. 2,7 rad/s D. 7,5 rad/s

HƯỚNG DẪN GIẢI

2.1. Đáp án B.

Momen quán tính $I = \sum m_i r_i^2$ luôn luôn là số dương.

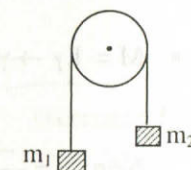
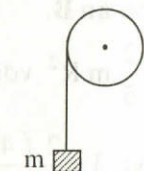
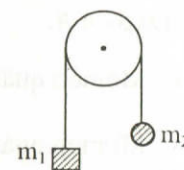
2.2. Đáp án C.

Công thức tính momen lực là: $M = F \cdot d$

Với F đơn vị là N; d đơn vị là m nên M có đơn vị là N.m

2.3. Đáp án D.

- Lúc thôi tác dụng lực ($F = 0$) nên $M = F \cdot d = 0 \rightarrow \gamma = \frac{M}{I} = 0$
- Hơn nữa trước đó vật đang quay nên sau đó vật quay đều.



2.4. Đáp án B.

$$I = \frac{1}{2} m R^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot (0,2)^2 = 0,002 \text{ (kg.m}^2\text{)}$$

2.5. Đáp án A.

- Momen quán tính của thanh: $I_1 = \frac{1}{3} m_1 \cdot l^2$

- Momen quán tính của bi: $I_2 = m_2 \cdot l^2$

Vậy momen quán tính của thanh có gắn bi là:

$$I = I_1 + I_2 = \left(\frac{m_1}{3} + m_2 \right) \cdot l^2 = \left(\frac{0,2}{3} + 0,05 \right) \cdot (0,5)^2 = 0,029166... \approx 0,029 \text{ (kg.m}^2\text{)}$$

2.6. Đáp án B.

$$I = \frac{2}{5} \cdot m \cdot R^2 \text{ với } m = V \cdot D = \left(\frac{4}{3} \pi R^3 \right) \cdot D$$

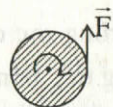
$$\text{Vậy: } I = \frac{2}{5} \cdot \left(\frac{4}{3} \pi R^3 \right) \cdot D \cdot R^2 = \frac{8}{15} \cdot \pi R^5 \cdot D = \frac{8}{15} \cdot \pi \cdot (6,4 \cdot 10^6)^5 \cdot 5,52 \cdot 10^3$$

$$= 9,9258... \times 10^{37} \approx 9,9 \cdot 10^{37} \text{ (kg.m}^2\text{)}$$

2.7. Đáp án D.

- $M = I \cdot \gamma \rightarrow \gamma = \frac{M}{I}$ với $\begin{cases} M = -F \cdot R \\ I = \frac{1}{2} m R^2 \end{cases}$

$$\text{Nên: } \gamma = \frac{-F \cdot R}{\frac{1}{2} m R^2} = -\frac{2F}{mR}$$



- Có: $w = \omega_0 + \gamma \cdot t$

Lúc đĩa dừng lại ($w = 0$):

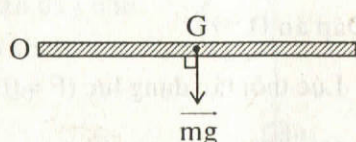
$$0 = \omega_0 - \frac{2F}{mR} \cdot t \rightarrow t = \frac{\omega_0 \cdot mR}{2F}$$

$$\text{Với } \omega_0 = 120 \text{ v/phút} = 2 \text{ v/s} = 4\pi \text{ rad/s}$$

$$\text{Nên: } t = \frac{4\pi \cdot 10,2}{2 \cdot 1,57} = 0,8 \text{ (s)}$$

2.8. Đáp án A.

- Lực tác dụng vào thanh là trọng lực $\vec{mg}$ đặt tại trọng tâm G của thanh cách trục quay O $\frac{l}{2}$.



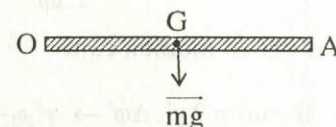
- Lúc thanh vừa mới thả, momen lực tác dụng vào thanh là: $M = mg \cdot \frac{l}{2}$

- Gia tốc của thanh lúc mới thả: $\gamma = \frac{M}{I} = \frac{mg \cdot \frac{l}{2}}{\frac{1}{3} m l^2} = \frac{3g}{2l}$

2.9. Đáp án C.

- Gia tốc của thanh lúc vừa thả là:

$$\gamma = \frac{3g}{2l} \text{ (xem câu 2.8)}$$



- Gia tốc dài của đầu A: $a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$

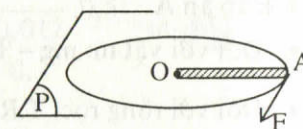
$$\text{Với } \begin{cases} a_n = \frac{v^2}{l} = 0 \text{ (lúc vừa thả } v = 0) \\ a_t = R \cdot \gamma = l \cdot \frac{3g}{2l} = \frac{3g}{2} \end{cases}$$

$$\text{Vậy: } a = \sqrt{0^2 + \left(\frac{3g}{2} \right)^2} = \frac{3g}{2} = \frac{3 \cdot 9,8}{2} = 14,7 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

2.10. Đáp án D.

- Momen lực tác dụng vào đầu thanh A: $M = F \cdot l$

- Gia tốc góc của thanh: $\gamma = \frac{M}{I} = \frac{F \cdot l}{\frac{1}{3} m l^2} = \frac{3F}{m l}$



- Sau khi quay được góc $\Delta\varphi = 60^\circ = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$ thì thanh đạt tốc độ góc ω mà:

$$\omega^2 = 2\gamma \cdot \Delta\varphi \text{ (vì } \omega_0 = 0) \rightarrow \omega = \sqrt{2\gamma \cdot \Delta\varphi} = \sqrt{\frac{6F}{m l}} \cdot \Delta\varphi$$

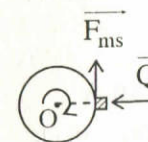
- Tốc độ dài ở đầu thanh A:

$$v = \omega l = \sqrt{\frac{6F \cdot l}{m}} \cdot \Delta\varphi = \sqrt{\frac{6 \cdot 10 \cdot 0,5}{0,2}} \cdot \frac{\pi}{3} \approx 12,5 \text{ (m/s)}$$

2.11. Đáp án A.

- Gia tốc góc của bánh xe sau khi hãm: $\gamma = \frac{-\omega_0}{t}$

- Momen lực hãm: $\begin{cases} M = I \cdot \gamma = m R^2 \cdot \left(\frac{-\omega_0}{t} \right) \\ M = -F_{ms} \cdot R = -\mu Q \cdot R \end{cases}$



$$\Rightarrow mR^2 \cdot \frac{\omega_0}{t} = \mu QR \rightarrow m = \frac{\mu Q \cdot t}{R \cdot \omega_0} = \frac{0,2 \cdot 2,5}{0,5 \cdot 10} = 0,4 \text{ (kg)}$$

2.12. Đáp án B.

- Lực có momen phát động:

$$+ \omega^2 = 2\gamma \cdot \Delta\varphi \rightarrow \gamma = \frac{\omega^2}{2\Delta\varphi}$$

$$+ M - M' = I \cdot \gamma = I \cdot \frac{\omega^2}{2\Delta\varphi} \quad (1)$$

- Lúc chỉ có momen cản:

$$+ 0 - \omega^2 = 2\gamma' \cdot \Delta\varphi' \rightarrow \gamma' = -\frac{\omega^2}{2\Delta\varphi'} \quad (2)$$

$$+ -M' = I \cdot \gamma' = -I \cdot \frac{\omega^2}{2\Delta\varphi'}$$

- (1) và (2) cho:

$$\frac{M - M'}{-M'} = -\frac{\Delta\varphi'}{\Delta\varphi} \Leftrightarrow -\frac{M}{M'} + 1 = -\frac{\Delta\varphi'}{\Delta\varphi} \Leftrightarrow \frac{M}{M'} = 1 + \frac{\Delta\varphi'}{\Delta\varphi} = 1 + \frac{30^\circ}{60^\circ} = 1,5$$

$$M = 1,5 M'$$

2.13. Đáp án A

- Đối với vật m: $mg - T = ma$

- Đối với ròng rọc: $T \cdot R = I \gamma = I \cdot \frac{a}{R} \rightarrow T = I \cdot \frac{a}{R^2}$ (2)

$$(1) \text{ và } (2) \text{ cho: } mg - I \cdot \frac{a}{R^2} = ma \Rightarrow a = \frac{mg}{m + \frac{I}{R^2}}$$

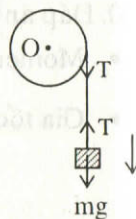
Chú ý:

$$\text{Áp dụng nhanh công thức tổng quát: } a = \frac{|F_1 - F_2|}{m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}}$$

$$\text{Trong trường hợp này: } F_1 = mg; F_2 = 0; m_1 = m; m_2 = 0 \text{ nên } a = \frac{mg}{m + \frac{I}{R^2}}$$

2.14. Đáp án A

$$a = \frac{(m_1 - m_2)g}{m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}} \text{ với } I = \frac{1}{2}MR^2 \Rightarrow \frac{I}{R^2} = \frac{M}{2}$$



$$\text{Vậy } a = \frac{(m_1 - m_2)g}{m_1 + m_2 + \frac{M}{2}} = \frac{(0,3 - 0,2) \cdot 9,8}{0,3 + 0,2 + 0,3} = 1,225 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Sau thời gian t mỗi vật đi được quãng đường s (vật m_1 đi xuống, vật m_2 đi lên)

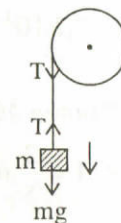
$$\text{với: } s = \frac{1}{2}at^2$$

$$\text{Lúc đó chúng cách nhau: } d = 2s = a \cdot t^2 = 1,225 \cdot 2^2 = 4,5 \text{ (m)}$$

2.15. Đáp án C

$$\begin{cases} mg - T = ma = m \cdot R\gamma \\ T \cdot R = I\gamma \end{cases} \rightarrow mg = \left(\frac{I}{R} + mR \right) \cdot \gamma$$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{mg}{mR + \frac{I}{R}} = \frac{0,1 \cdot 9,8}{0,1 \cdot 0,5 + \frac{0,025}{0,5}} = 9,8 \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

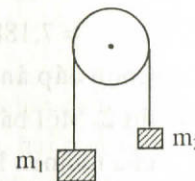


2.16. Đáp án D

Gia tốc của các vật cũng là gia tốc tiếp tuyến của vành ròng rọc:

$$a_t = a = \frac{(m_1 - m_2)g}{m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}} \rightarrow \gamma = \frac{a_t}{R} = \frac{(m_1 - m_2)g}{(m_1 + m_2) \cdot R + \frac{I}{R}}$$

$$\rightarrow \omega = \gamma t = \frac{(m_1 - m_2)g}{(m_1 + m_2)R + \frac{I}{R}} \cdot t = \frac{(0,5 - 0,2)}{(0,5 + 0,2) \cdot 0,2 + \frac{0,012}{0,2}} \cdot 0,5 = 7,5 \text{ (rad/s)}$$



Bài 3. MOMEN ĐỘNG LƯỢNG.

ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN MOMEN ĐỘNG LƯỢNG

TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Momen động lượng

- Momen động lượng của vật rắn đối trục quay là $L = I \cdot \omega$

- Đơn vị của momen động lượng là: $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$

2. Định luật bảo toàn momen động lượng

Nếu $M = 0$ thì $L = \text{hằng số}$

- Vật có I không đổi thì nó không quay hoặc quay đều
- Vật có I thay đổi thì $I_1\omega_1 = I_2\omega_2$

BÀI TẬP CƠ BẢN

Dạng 1. MOMEN ĐỘNG LƯỢNG

Công thức: $L = I\omega$. Đơn vị của I là kg.m^2 ; ω là rad/s ; L là $\text{kg.m}^2/\text{s}$

Ví dụ 1. Trái Đất coi như hình cầu đặc có bán kính 6400km, khối lượng riêng $5,5.10^3 \text{kg/m}^3$ quay đều xung quanh trục của nó với chu kỳ 24h. Momen động lượng của Trái Đất xấp xỉ bằng

- A. $2,6.10^{33} \text{kg.m}^2/\text{s}$ B. $2,6.10^{18} \text{kg.m}^2/\text{s}$
C. $7,2.10^{33} \text{kg.m}^2/\text{s}$ D. $7,2.10^{18} \text{kg.m}^2/\text{s}$

Giải

Momen động lượng $L = I\omega$ với:

$$\bullet I = \frac{2}{5} \cdot m \cdot R^2 = \frac{2}{5} \cdot V \cdot D \cdot R^2 = \frac{2}{5} \left(\frac{4}{3} \pi R^3 \right) \cdot D \cdot R^2 = \frac{8}{15} \cdot \pi R^5 D$$

$$\bullet \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$\text{nên: } L = \frac{8}{15} \cdot \pi R^5 \cdot D \cdot \frac{2\pi}{T} = \frac{8}{15} \cdot \pi (6,4.10^3)^5 \cdot 5,5.10^3 \cdot \frac{2\pi}{24.3600} \\ = 7,188... \times 10^{33} \approx 7,2.10^{33} \text{ (kg.m}^2/\text{s)}$$

Chọn đáp án C

Ví dụ 2. Một bánh xe bắt đầu quay từ nghỉ xung quanh trục của nó dưới tác dụng của momen lực 0,5N.m thì sau 10s bánh xe có momen động lượng

- A. $5 \text{kgm}^2/\text{s}$ B. $8 \text{kgm}^2/\text{s}$ C. $4 \text{kgm}^2/\text{s}$ D. $3 \text{kgm}^2/\text{s}$

Giải

$$\text{Có } \gamma = \frac{M}{I}$$

$$\omega = \gamma \cdot t = \frac{M}{I} \cdot t$$

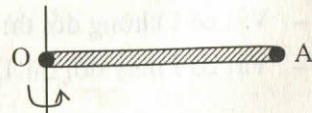
$$\text{Momen động lượng: } L = I\omega = I \cdot \frac{M}{I} \cdot t = M \cdot t = 0,5 \cdot 10 = 5 \text{ (kg.m}^2/\text{s)}$$

Chọn đáp án A

Ví dụ 3. Một thanh OA dài 20cm đồng chất, tiết diện đều khối lượng 600g. Hai đầu O và A có gắn hai viên bi nhỏ cùng khối lượng 300g. Cho thanh quay đều trong mặt phẳng nằm ngang xung quanh một trục thẳng đứng đi qua đầu O. Tốc độ quay của đầu A là 1m/s.

Biết momen quán tính của thanh đối với

trục quay tính bằng công thức $I = \frac{1}{3} Ml^2$,



trong đó M và l là khối lượng và chiều dài của thanh.

Momen động lượng của thanh lúc đang quay là

- A. $0,2 \text{kgm}^2/\text{s}$ B. $1,0 \text{kgm}^2/\text{s}$ C. $0,1 \text{kg.m}^2/\text{s}$ D. $2,0 \text{kg.m}^2/\text{s}$

Giải

Momen động lượng của thanh: $L = I\omega$, với:

- I là momen quán tính của thanh và bi ở A đối với trục quay (còn momen quán tính của bi ở O bằng 0)

$$I = \left(\frac{1}{3} Ml^2 + ml^2 \right) = \left(\frac{M}{3} + m \right) \cdot l^2$$

- Tốc độ góc quay của thanh: $\omega = \frac{v_A}{l}$

$$\text{Vậy } L = \left(\frac{M}{3} + m \right) l^2 \frac{v_A}{l} = \left(\frac{M}{3} + m \right) \cdot v_A \cdot l = \left(\frac{0,6}{3} + 0,3 \right) \cdot 1 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ (kgm}^2/\text{s)}$$

Chọn đáp án C

Dạng 2. ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN MOMEN ĐỘNG LƯỢNG

Nếu $M = 0$ thì $L = \text{hằng số}$

- I không đổi: vật không quay hoặc quay đều.
- I thay đổi: $I\omega = \text{hằng số}$.

Ví dụ 1. Một người đứng ở tâm của mặt bàn xoay, hai tay cầm hai quả tạ cùng khối lượng $m_0 = 2 \text{kg}$. Lúc đầu hai tay người này dang ngang, hai quả tạ cách trục quay $r = 50 \text{cm}$ và cho ghế quay với tốc độ $n_1 = 3$ vòng/s, sau đó người này xếp tay lại sát người. Cho rằng momen quán tính của người và mặt bàn đối với trục quay không đổi và bằng $I_0 = 2 \text{kgm}^2$. Tốc độ quay của mặt bàn lúc xếp tay lại là

- A. $n_2 = 4,5 \text{vòng/s}$ B. $n_2 = 6,0 \text{vòng/s}$ C. $n_2 = 1,5 \text{vòng/s}$ D. $n_2 = 0$

Giải

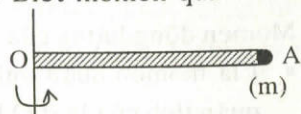
Người – mặt bàn và hai quả tạ là một hệ kín. Vì trọng lực của hệ (là ngoại lực tác dụng lên hệ) cùng có phương thẳng đứng như trục quay nên momen

$$\text{ngoại lực bằng 0, do đó: } I_1\omega_1 = I_2\omega_2, \text{ với } \begin{cases} I_1 = I_0 + 2m_0r^2 \\ \omega_1 = 2\pi n_1 \\ I_2 = I_0 \\ \omega_2 = 2\pi n_2 \end{cases}$$

$$\text{Vậy } (I_0 + 2m_0r^2) \cdot 2\pi n_1 = I_0 \cdot 2\pi n_2 \Rightarrow n_2 = \frac{I_0 + 2m_0r^2}{I_0} n_1 = \frac{2 + 2 \cdot 2 \cdot 0,5^2}{2} \cdot 3 \\ = 4,5 \text{ (vòng/s)}$$

Chọn đáp án A

Ví dụ 2. Thanh cứng OA dài l khối lượng M và bi nhỏ khối lượng $m = \frac{M}{3}$ dễ dàng trượt trên thanh. Thanh có thể quay trong mặt phẳng nằm ngang xung quanh trục thẳng đứng đi qua đầu O (hình vẽ). Biết momen quán tính của thanh đối với trục quay là $I = \frac{1}{3}M.l^2$.



Lúc đầu bi ở A, truyền cho thanh quay đều với tốc độ 10 vòng/s. Để thanh quay với tốc độ 18 vòng/s thì cần di chuyển nhẹ nhàng bi đến cách trục quay khoảng

- A. $x = \frac{l}{2}$ B. $x = \frac{l}{3}$ C. $x = \frac{l}{4}$ D. $x = \frac{l}{5}$

Giải

Ngoại lực tác dụng vào thanh (gồm trọng lực của thanh và bi) đều cùng phương thẳng đứng với trục quay nên momen ngoại lực bằng 0, do đó:

$$I_1\omega_1 = I_2\omega_2, \text{ với } \begin{cases} I_1 = \frac{1}{3}Ml^2 + ml^2 = \left(\frac{M}{3} + \frac{M}{3}\right)l^2 = \frac{2M}{3}l^2 \\ I_2 = \frac{1}{3}Ml^2 + m.x^2 = \frac{M}{3}(l^2 + x^2) \\ \omega_1 = 2\pi n_1; \omega_2 = 2\pi n_2 \end{cases}$$

$$\text{Vậy } \frac{2M}{3}l^2.2\pi n_1 = \frac{M}{3}(l^2 + x^2).2\pi n_2$$

$$\Leftrightarrow l^2 + x^2 = 2l^2 \cdot \frac{n_1}{n_2} = 2l^2 \cdot \frac{10}{18} = \frac{10}{9}l^2 \Leftrightarrow x^2 = \frac{l^2}{9} \rightarrow x = \frac{l}{3}$$

Chọn đáp án B

Ví dụ 3. Hai đĩa tròn D_1, D_2 có khối lượng

$$\text{và bán kính lần lượt } m_1 = \frac{m_2}{2}, R_1 = \frac{R_2}{2}$$

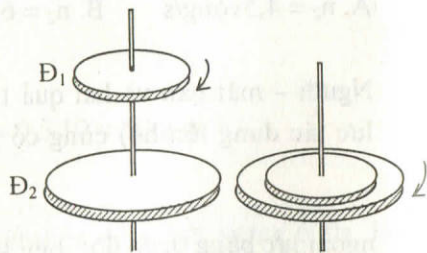
đồng trục quay như hình vẽ. Lúc đầu đĩa D_1 quay với tốc độ $n_1 = 234$ vòng/p còn đĩa D_2 đứng yên. Ma sát ở trục quay không đáng kể.

Sau đó cho hai đĩa chồng lên nhau thì hệ hai đĩa cùng quay với tốc độ

- A. $n_2 = 117$ vòng/phút B. $n_2 = 58,5$ vòng/phút
C. $n_2 = 26$ vòng/phút D. $n_2 = 29,25$ vòng/phút

Giải

Lấy hai đĩa làm một hệ kín.



Momen ngoại lực tác dụng lên hệ bằng 0 nên

$$I_0\omega_0 = I\omega, \text{ với } \begin{cases} I_0 = I_1 = \frac{1}{2}m_1R_1^2 \\ I = I_1 + I_2 = \frac{1}{2}m_1R_1^2 + \frac{1}{2}(2m_1)(2R_1)^2 = 9I_1 \\ \omega_1 = 2\pi n_1; \omega_2 = 2\pi n_2 \end{cases}$$

$$\text{Vậy: } I_1 2\pi n_1 = 9I_1.2\pi n_2 \Rightarrow n_2 = \frac{n_1}{9} = \frac{234}{9} = 26 \text{ (vòng/phút)}$$

Chọn đáp án C

CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM VÀ BÀI TẬP

3.1. Chọn công thức đúng

- A. $L = I\gamma$ B. $M = I \frac{d\omega}{dt}$ C. $M = L \frac{d\omega}{dt}$ D. $M = \frac{d(I.\gamma)}{dt}$

3.2. Đơn vị của momen động lượng là

- A. N.m B. kg.m² C. kg.m²/s D. kg.m²/s²

3.3. Nếu tổng các momen ngoại lực tác dụng lên vật bằng 0 thì

- A. $L = 0$ B. vật đứng yên C. vật quay đều D. $L =$ hằng số

3.4. Nếu tổng momen ngoại lực tác dụng lên vật rắn (tức có I không đổi) triệt tiêu thì vật có

- A. $\gamma = 0$ B. $\gamma =$ hằng số C. $\omega = 0$ D. $\omega =$ hằng số ($\neq 0$)

3.5. Người múa ba lê đang quay người trên đầu ngón chân cái (quanh một trục thẳng đứng đi qua đầu ngón chân) với hai tay lúc đầu xếp sát người. Nếu người ấy từ từ dang tay ra thì họ

- A. lập tức dừng lại B. vẫn quay như cũ
C. quay nhanh dần D. quay chậm dần

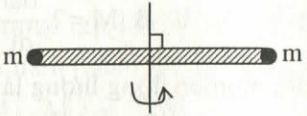
3.6. Một viên bi nhỏ khối lượng 100g quay đều 10 vòng trong 2 giây và cách trục quay 1m. Momen động lượng của bi là

- A. 1,57kg.m²/s B. 6,28kg.m²/s C. 3,14kg.m²/s D. 4,85kg.m²/s

3.7. Một người khối lượng 60kg đang đứng trên Mặt Đất ở vĩ độ 45°. Coi Trái Đất là hình cầu bán kính 6400km và tự quay quanh trục của nó với thời gian mỗi vòng quay là 24 giờ. Momen động lượng của người đối với trục quay của Trái Đất xấp xỉ bằng

- A. 89315,6kg.m²/s B. 178631kg.m²/s C. 89,3kg.m²/s D. 178,6kg.m²/s

3.8. Một vật rắn bắt đầu quay nhanh dần đều từ nghỉ vào lúc $t = 0$. Vào lúc t_1 momen động lượng của vật là L_1 thì vào lúc $t_2 = 2t_1$ momen động lượng của vật là

- A. $\frac{L_1}{2}$ B. $2L_1$ C. $\frac{L_1}{4}$ D. $4L_1$
9. Một vật rắn bắt đầu quay dưới tác dụng của momen lực có độ lớn $0,1 \text{ N.m}$ thì có momen động lượng là $1 \text{ kg.m}^2/\text{s}$ sau thời gian
- A. 10s B. 1s C. 20s D. 5s
10. Một đĩa tròn bán kính 20 cm đang quay nhanh dần đều dưới tác dụng của lực tiếp xúc với vành đĩa. Trong thời gian 2 s , momen động lượng của đĩa tăng thêm $5 \text{ kg.m}^2/\text{s}$. Độ lớn lực tác dụng vào vành đĩa là
- A. 25N B. 15,6N C. 5,8N D. 12,5N
11. Một thanh cứng dài 1 m , khối lượng 600 g phân bố đều trên thanh, hai đầu có gắn hai bi nhỏ, khối lượng mỗi bi là 100 g . Thanh quay đều quanh trục đi qua trung điểm và vuông góc với thanh, tốc độ mỗi bi là 10 m/s . Momen động lượng của hệ thanh và hai bi là
- A. $3 \text{ kg.m}^2/\text{s}$ B. $2 \text{ kg.m}^2/\text{s}$ C. $5 \text{ kg.m}^2/\text{s}$ D. $20 \text{ kg.m}^2/\text{s}$
- 
12. Một người khối lượng m (coi như chất điểm) đang đứng ở mép sàn hình tròn nằm ngang khối lượng $M = 4m$ có thể quay dễ dàng xung quanh trục thẳng đứng. Lúc đầu người và sàn đứng yên. Nếu người ấy chạy đều quanh mép sàn với tốc độ góc ω_0 thì sàn
- A. vẫn đứng yên
B. quay đều với tốc độ góc $0,5\omega_0$ theo chiều ngược với chiều chạy của người
C. quay đều với tốc độ góc $0,5\omega_0$ theo cùng chiều chạy của người
D. quay đều với tốc độ góc $4\omega_0$ theo chiều ngược với chiều chạy của người
13. Hai đĩa tròn D_1 và D_2 bằng đồng, có cùng độ dày nhưng bán kính $R_1 = 2R_2$ cùng trục thẳng đứng. Lúc đầu hai đĩa rời nhau và đang quay cùng chiều với các tốc độ $n_1 = 2$ vòng/s và $n_2 = 4$ vòng/s thì sau đó hai đĩa dính nhau và cùng quay với tốc độ
- A. $8/3$ vòng/s B. $12/5$ vòng/s C. $36/17$ vòng/s D. $20/9$ vòng/s
14. Hai đĩa tròn D_1, D_2 có khối lượng và bán kính lần lượt $m_1 = m_2, R_1 = \frac{R_2}{2}$ có cùng trục quay thẳng đứng. Lúc đầu hai đĩa rời nhau và quay ngược chiều nhau với các tốc độ $\omega_1 = 4 \text{ rad/s}, \omega_2 = 8 \text{ rad/s}$ sau đó được thả nhẹ nhàng cho hai đĩa dính nhau, chúng cùng quay với tốc độ
- A. $5,6 \text{ rad/s}$ và ngược chiều quay của D_1
B. $5,6 \text{ rad/s}$ và cùng chiều quay của D_1
C. $4,0 \text{ rad/s}$ và ngược chiều quay của D_1
D. $4,0 \text{ rad/s}$ và cùng chiều quay của D_1

- 3.15. Một vận động viên trượt băng đang đứng yên và quay, nếu họ dang tay ra thì
- A. quay chậm lại vì momen quán tính giảm
B. quay chậm lại vì momen quán tính tăng
C. quay nhanh hơn vì momen quán tính giảm
D. quay nhanh hơn vì momen quán tính tăng.

HƯỚNG DẪN GIẢI

- 3.1. Đáp án B
3.2. Đáp án C
3.3. Đáp án D
3.4. Đáp án A

$$\text{Có } M = I \cdot \frac{d\omega}{dt} = 0 \text{ vì } I \neq 0 \Rightarrow \frac{d\omega}{dt} = 0 \text{ hay } \gamma = 0$$

(chú ý: $\gamma = 0$ thì $\omega = 0$ hoặc $\omega = \text{hằng số}$)

- 3.5. Đáp án D. Vì trọng lực của người song song với trục quay nên tổng momen ngoại lực bằng không, do đó: $I_1\omega_1 = I_2\omega_2 \Leftrightarrow \omega_2 = \frac{I_1}{I_2}\omega_1$

Khi từ từ dang tay ra thì I_2 tăng dần nên ω_2 giảm dần: người ấy quay chậm dần

- 3.6. Đáp án C

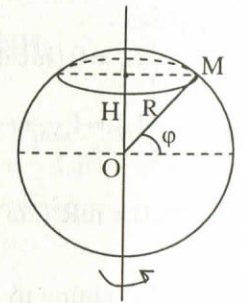
$$L = I \cdot \omega = (mR^2) \cdot 2\pi n \text{ với } n = \frac{10}{2} = 5 \text{ (vòng/s)}$$

$$= (0,1 \cdot 1^2) \cdot 2\pi \cdot 5 = \pi = 3,14 \text{ (kg.m}^2/\text{s)}$$

- 3.7. Đáp án A

- Người cách trục quay khoảng: $r = MH = R \cos \varphi$
- Momen quán tính của người đối với trục quay:
 $I = mr^2 = m(R \cos \varphi)^2$
- Momen động lượng của người:

$$L = I\omega = m(R \cos \varphi)^2 \cdot \frac{2\pi}{T} = 60(6400 \cdot \cos^2 45^\circ) \cdot \frac{2\pi}{24 \cdot 3600} \approx 89315,6 \text{ (kg.m}^2/\text{s)}$$



- 3.8. Đáp án B

$$\text{Có } \begin{cases} L_1 = I\omega_1 = I\gamma \cdot t_1 \\ L_2 = I\omega_2 = I\gamma \cdot t_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \frac{t_2}{t_1} = 2 \Rightarrow L_2 = 2L_1.$$

- 3.9. Đáp án A

$$L = I\omega, \text{ với } \omega = \gamma t = \frac{M}{I} \cdot t \text{ nên } L = I \cdot \frac{M}{I} \cdot t = M \cdot t \Rightarrow t = \frac{L}{M} = \frac{1}{0,1} = 10 \text{ (s)}$$

3.10. Đáp án D

$$\text{Có } \begin{cases} L_1 = I\omega_1 = I(\omega_0 + \gamma t_1) \\ L_2 = I\omega_2 = I(\omega_0 + \gamma t_2) \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta L = L_2 - L_1 = I \cdot \gamma (t_2 - t_1) = I \cdot \gamma \cdot \Delta t = I \cdot \frac{M}{I} \cdot \Delta t = M \cdot \Delta t$$

$$\text{Với } M = F \cdot R \text{ nên: } \Delta L = F \cdot R \cdot \Delta t \Rightarrow F = \frac{\Delta L}{R \cdot \Delta t} = \frac{5}{0,2 \cdot 2} = 12,5 \text{ (N)}$$

3.11. Đáp án B

$$\text{Có } \begin{cases} I_{(\text{hệ})} = \frac{1}{12} M l^2 + 2 \cdot m \left(\frac{l}{2} \right)^2 = \left(\frac{M}{12} + \frac{m}{2} \right) l^2 \\ \omega = \frac{v}{r} = \frac{v}{l/2} = \frac{2v}{l} \end{cases}$$

$$\text{Nên: } L = I \cdot \omega = \left(\frac{M}{12} + \frac{m}{2} \right) \cdot l^2 \cdot \frac{2v}{l} = \left(\frac{M}{12} + \frac{m}{2} \right) \cdot 2v \cdot l = \left(\frac{0,6}{12} + \frac{0,1}{2} \right) \cdot 2 \cdot 10 \cdot 1 = 2 \text{ (kgm}^2/\text{s)}$$

3.12. Đáp án B

Tổng momen ngoại lực tác dụng lên hệ bằng không vì ngoại lực (là trọng lực của người và sàn) song song với trục quay của sàn nên:

$$L_1 = L_2,$$

$$\text{Với } \begin{cases} L_1 = 0 \text{ (lúc đầu hệ đứng yên)} \\ L_2 = I_{\text{sàn}} \cdot \omega + I_{\text{người}} \cdot \omega_0 = \left(\frac{1}{2} M R^2 \right) \cdot \omega + (m \cdot R^2) \cdot \omega_0 = m R^2 (2\omega + \omega_0) \end{cases}$$

$$\text{Vậy: } 0 = m R^2 (2\omega + \omega_0) \Rightarrow \omega = -\frac{\omega_0}{2}$$

dấu “-” chứng tỏ sàn quay ngược chiều chạy của người với tốc độ $\frac{\omega_0}{2}$

3.13. Đáp án C

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Có } I_1 &= \frac{1}{2} m_1 R_1^2 = \frac{1}{2} (s_1 \cdot d \cdot D) \cdot R_1^2 \text{ với } s_1 = \pi R_1^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot R_1^4 \cdot d \cdot D \text{ (d: độ dày; D: khối lượng riêng)} \end{aligned}$$

$$\text{Tương tự: } I_2 = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot R_2^4 \cdot d \cdot D \text{ vì } R_1 = 2R_2 \Rightarrow I_1 = 2^4 \cdot I_2 = 16I_2.$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Định luật bảo toàn động lượng} \\ L_1 + L_2 = L \end{aligned}$$

$$I_1 \omega_1 + I_2 \omega_2 = (I_1 + I_2) \cdot \omega \Rightarrow \omega = \frac{I_1 \omega_1 + I_2 \omega_2}{I_1 + I_2}$$

$$\Rightarrow n = \frac{I_1 \cdot n_1 + I_2 \cdot n_2}{I_1 + I_2} = \frac{16I_2 \cdot 2 + I_2 \cdot 4}{16I_2 + I_2} = \frac{36}{17} \text{ (vòng/s)}$$

3.14. Đáp án A

$$\bullet I_1 = \frac{1}{2} m_1 R_1^2; I_2 = \frac{1}{2} m_2 R_2^2 = \frac{1}{2} m_1 (2R_1)^2 = 4I_1$$

• Theo định luật bảo toàn momen động lượng:

$$I_1 \omega_1 + I_2 \omega_2 = (I_1 + I_2) \omega \Rightarrow \omega = \frac{I_1 \omega_1 + I_2 \omega_2}{I_1 + I_2}$$

Chọn chiều dương là chiều quay của đĩa Đ₁ thì: $\omega_1 = 4 \text{ rad/s}; \omega_2 = -8 \text{ rad/s}$

$$\text{nên: } \omega = \frac{I_1 \cdot 4 + 4 \cdot I_1 \cdot (-8)}{I_1 + 4I_1} = -5,6 \text{ (rad/s)}$$

Dấu “-” chứng tỏ khi dính nhau hai đĩa cùng quay ngược chiều với Đ₁, tốc độ quay là 5,6 rad/s.

3.15. Đáp án B

Có $I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2$, khi dang tay ra thì $I_2 > I_1$ (tăng) $\Rightarrow \omega_2 < \omega_1$ (giảm)

Bài 4. ĐỘNG NĂNG CỦA VẬT RẮN

QUAY QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

TÓM TẮT LÝ THUYẾT

Động năng của vật rắn quay quanh một trục cố định $W_d = \frac{1}{2} \cdot I \cdot \omega^2$, với:

I là momen quán tính của vật ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)

ω là tốc độ góc quay của vật (rad/s)

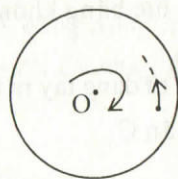
W_d : Jun.

Chú ý:

• Nếu vật rắn vừa chuyển động tịnh tiến vừa chuyển động quay (như bánh xe) thì động năng của vật rắn là: $W_d = \frac{1}{2} I \omega^2 + \frac{1}{2} m v^2$

Trong đó v là tốc độ của khối tâm trong chuyển động tịnh tiến (cũng là tốc độ của vật)

• Định lý động năng: $A_{(\text{ngoại lực})} = W_d(\text{sau}) - W_d(\text{đầu})$



BÀI TẬP CƠ BẢN

Ví dụ 1. Một vật rắn quay quanh một trục cố định. Gọi I và L lần lượt là momen quán tính và momen động lượng của vật đối với trục quay đó thì động năng của vật là

A. $W_d = 2L^2I$ B. $W_d = \frac{L^2}{2I}$ C. $W_d = \frac{2L}{I^2}$ D. $W_d = \frac{I^2}{2L}$

Giải

$$\text{Có } \begin{cases} W_d = \frac{1}{2} I \omega^2 \\ L = I \omega \rightarrow L^2 = I^2 \cdot \omega^2 \end{cases} \Rightarrow \frac{W_d}{L^2} = \frac{1}{2I} \rightarrow W_d = \frac{L^2}{2I}$$

Chọn đáp án B

Ví dụ 2. Coi bánh xe lửa như một đĩa tròn đồng chất. Ở cùng thời điểm bánh xe đang chuyển động, giữa động năng tịnh tiến $W_{d(t)}$ và động năng quay $W_{d(q)}$ liên hệ bằng biểu thức

A. $W_{d(t)} = W_{d(q)}$ B. $W_{d(t)} = \frac{1}{2} W_{d(q)}$
C. $W_{d(t)} = 2W_{d(q)}$ D. $W_{d(t)} = 4W_{d(q)}$

Giải

$$\begin{aligned} \bullet W_{d(t)} &= \frac{1}{2} m v^2 \\ \bullet W_{d(q)} &= \frac{1}{2} I \omega^2 \\ \begin{cases} I = \frac{1}{2} m R^2 \\ \omega = \frac{v}{R} \end{cases} &\Rightarrow \text{nhận } W_{d(q)} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{2} m R^2 \right) \cdot \left(\frac{v}{R} \right)^2 = \frac{1}{4} m v^2 = \frac{1}{2} W_{d(t)} \end{aligned}$$

hay : $W_{d(t)} = 2W_{d(q)}$

Chọn đáp án C.

Ví dụ 3. Một viên bi có hình cầu đặc khối lượng m lăn không trượt với tốc độ V .

Động năng của viên bi là

A. $0,7mV^2$ B. $0,2mV^2$ C. $0,5mV^2$ D. mV^2

Giải

Động năng của viên bi lúc đang lăn:

$$W_d = W_{d(t)} + W_{d(q)} = \frac{1}{2} m V^2 + \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} m V^2 + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{2}{5} m R^2 \right) \cdot \left(\frac{V}{R} \right)^2 = 0,7mV^2$$

Chọn đáp án A

Ví dụ 4. Bánh đà là một đĩa tròn có khối lượng 100kg bán kính 50cm . Lấy $\pi^2 = 10$. Để bánh đà đạt được tốc độ 120 vòng/phút từ nghỉ trong thời gian 10s thì công suất trung bình của động cơ cung cấp cho bánh đà là

A. 25W B. 200W C. 50W D. 100W

Giải

Định lí động năng: $A_{(\text{ngoại lực})} = W_{d(\text{sau})} - W_{d(\text{đầu})} = \frac{1}{2} I \omega^2 - 0 = \frac{1}{2} I \omega^2$

với $\begin{cases} I = \frac{1}{2} m R^2 \\ \omega = 2\pi n \end{cases} \quad (n = 120 \text{ vòng/phút} = 2 \text{ vòng/s})$

nhận $A_{(\text{ngoại lực})} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} m R^2 \right) (2\pi n)^2 = m R^2 \cdot \pi^2 \cdot n^2 = 100 \cdot (0,5)^2 \cdot 10 \cdot 2^2 = 1000 \text{ (J)}$

$A_{(\text{ngoại lực})}$ chính là công của động cơ nên công suất động là:

$$P = \frac{A}{t} = \frac{1000}{10} = 100 \text{ (W)}$$

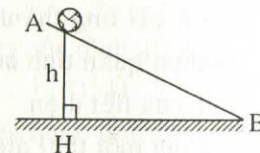
Chọn đáp án D.

Ví dụ 5. Một quả cầu được thả lăn không trượt từ trạng thái nghỉ ở A của mặt phẳng nghiêng với độ cao $AH = h$ (hình vẽ).

Biết momen quán tính của quả cầu là $I = \frac{2}{5} m R^2$

trong đó m và R là khối lượng và bán kính. Tốc độ khối tâm quả cầu khi lăn đến B là

A. $v = \sqrt{\frac{10}{7} gh}$ B. $v = \sqrt{gh}$ C. $\sqrt{2gh}$ D. $v = \sqrt{\frac{3}{4} gh}$



Giải

Chọn mốc thế năng ở B.

Cơ năng ở A: $E_A = mgh$

Cơ năng ở B: $E_B = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{2}{5} m R^2 \right) \left(\frac{v}{R} \right)^2 = \frac{7}{10} m v^2$

Theo định luật bảo toàn cơ năng: $E_A = E_B \Leftrightarrow mgh = \frac{7}{10} m v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{10}{7} gh}$

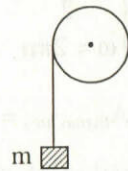
Chọn đáp án A.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

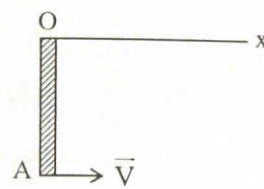
4.1. Đại lượng không phụ thuộc vào khối lượng của vật là

- A. momen quán tính B. động năng
C. momen lực D. momen động lượng

- 4.2. Một vật rắn quay quanh trục cố định. Momen động lượng tăng 2 lần thì động năng quay
- A. tăng 2 lần B. giảm 2 lần C. tăng 4 lần D. giảm 4 lần
- 4.3. Một vật rắn đang quay quanh trục cố định với momen động lượng là $1 \text{ kgm}^2/\text{s}$ và động năng là 2 J . Momen quán tính của vật là
- A. $0,25 \text{ kg.m}^2$ B. $0,5 \text{ kg.m}^2$ C. $1,0 \text{ kg.m}^2$ D. $1,5 \text{ kg.m}^2$
- 4.4. Một ròng rọc có bán kính 20 cm , momen quán tính $4 \cdot 10^{-3} \text{ kg.m}^2$ để dàng quay xung quanh một trục cố định qua tâm của nó. Đoạn dây mảnh quấn quanh ròng rọc, đầu kia treo vật nặng 100 g (hình vẽ).
Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Thả nhẹ cho vật nặng chuyển động từ nghỉ. Sau 1 s động năng quay của ròng rọc là
- A. $2,50 \text{ J}$ B. $1,25 \text{ J}$ C. $3,75 \text{ J}$ D. $12,5 \text{ J}$
- 4.5. Coi Trái Đất như hình cầu đặc có khối lượng $6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ tự quay xung quanh trục của nó với thời gian mỗi vòng quay là 24 giờ.
Động năng quay của Trái Đất xấp xỉ
- A. $2,6 \cdot 10^{29} \text{ J}$ B. $2,6 \cdot 10^{25} \text{ J}$ C. $4,8 \cdot 10^{29} \text{ J}$ D. $4,8 \cdot 10^{25} \text{ J}$
- 4.6. Một cái ống thành mỏng đồng chất và tiết diện đều lăn không trượt. Biết momen quán tính của ống là $I = MR^2$, trong đó M là khối lượng và R là bán kính của tiết diện.
Ở cùng một thời điểm giữa động năng tịnh tiến $W_{(t)}$ và động năng quay $W_{(q)}$ có liên hệ
- A. $W_{(t)} = 2W_{(q)}$ B. $W_{(t)} = \frac{1}{2} W_{(q)}$ C. $W_{(t)} = 4W_{(q)}$ D. $W_{(t)} = W_{(q)}$
- 4.7. Một đĩa tròn bán kính 10 cm , khối lượng 4 kg có trục quay ở tâm đĩa. Tác dụng một lực 2 N tiếp xúc với vành đĩa khi đĩa đứng yên. Sau 6 s kể từ lúc bắt đầu quay, động năng của đĩa là
- A. 18 J B. 9 J C. 72 J D. 36 J
- 4.8. Một bánh đà coi như đĩa sắt đồng chất có bán kính $R = 1 \text{ m}$ và khối lượng $M = 5000 \text{ kg}$ đang đứng yên. Một động cơ công suất trung bình $P = 10 \text{ kW}$ làm bánh đà quay. Lấy $\pi^2 = 10$. Bánh đà đạt tốc độ $n = 120$ vòng/phút sau thời gian
- A. 10 s B. 20 s C. 15 s D. 30 s
- 4.9. Một bánh xe (coi như đĩa tròn) khối lượng $M = 20 \text{ kg}$ lăn không trượt trên mặt phẳng ngang với tốc độ của khối tâm là $v = 18 \text{ km/h}$.
Động năng của bánh xe là
- A. $W_d = 125 \text{ J}$ B. $W_d = 250 \text{ J}$ C. $W_d = 375 \text{ J}$ D. $W_d = 500 \text{ J}$



- 4.10. Thanh OA dài l đồng chất tiết diện đều có thể quay dễ dàng xung quanh trục quay qua đầu O.
Lúc đầu thanh đứng yên ở vị trí thẳng đứng. Momen quán tính của thanh đối với trục quay O là $I = \frac{1}{3} ml^2$, trong đó m là khối lượng của thanh. Lấy g là gia tốc rơi tự do. Để thanh có thể quay đến vị trí nằm ngang Ox thì ta cần truyền cho đầu A của thanh một vận tốc $\vec{v}$ theo phương nằm ngang có độ lớn tối thiểu
- A. $v_{\min} = \sqrt{\frac{3g}{2l}}$ B. $v_{\min} = \sqrt{\frac{3g}{l}}$ C. $v_{\min} = \sqrt{3gl}$ D. $v_{\min} = \sqrt{6gl}$
- 4.11. Một mặt phẳng nghiêng hợp với phương nằm ngang góc $\alpha = 30^\circ$. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Để viên bi có thể lăn (không trượt) được độ dài $s = 1,4 \text{ m}$ từ dưới lên trên mặt phẳng nghiêng này thì vận tốc ban đầu của bi là
- A. $\sqrt{10} \text{ m/s}$ B. $\sqrt{8} \text{ m/s}$ C. $\sqrt{6} \text{ m/s}$ D. $\sqrt{15} \text{ m/s}$
- 4.12. Một hình trụ đặc lăn không trượt. Biết momen quán tính của hình trụ đối với trục quay là $I = \frac{1}{2} mR^2$, trong đó m là khối lượng và R là bán kính của tiết diện hình trụ. Động năng của hình trụ là 18 J . Động năng quay của hình trụ là
- A. 9 J B. 12 J C. 6 J D. 3 J
- 4.13. Các cánh quạt máy tạo thành một vật rắn có momen quán tính đối với trục quay là $I = 2 \text{ kg.m}^2$. Sau 2 s kể từ lúc đóng điện cánh quạt quay với tốc độ $\omega = 120$ vòng/phút. Lấy $\pi^2 = 10$. Công suất trung bình của quạt
- A. $P = 40 \text{ W}$ B. $P = 80 \text{ W}$ C. $P = 160 \text{ W}$ D. $P = 60 \text{ W}$
- 4.14. Một quả cầu đặc khối lượng $M = 5 \text{ kg}$ lăn không trượt trên mặt sàn nhẵn nằm ngang đến va vào tường thẳng đứng. Tốc độ khối tâm của quả cầu ngay trước và sau khi va chạm vào tường là $v_1 = 5 \text{ m/s}$ và $v_2 = 3 \text{ m/s}$.
Nhiệt lượng tỏa ra trong thời gian va chạm là
- A. $Q = 56 \text{ J}$ B. $Q = 40 \text{ J}$ C. $Q = 16 \text{ J}$ D. $Q = 7 \text{ J}$



HƯỚNG DẪN GIẢI

4.1. Đáp án C

$$\text{Momen quán tính: } I = \sum_i m_i r_i^2$$

$$\text{Động năng } W_d = \frac{1}{2} I \omega^2 + \frac{1}{2} m v^2$$

$$\text{Momen động lượng: } L = I \omega$$

Ba đại lượng trên đều phụ thuộc khối lượng m.

Momen lực: $M = F.d$ không phụ thuộc m

4.2. Đáp án C

Có $W_d = \frac{L^2}{2I}$ (ví dụ 1)

L tăng 2 lần $\rightarrow W_d$ tăng 4 lần.

4.3. Đáp án A

Có $W_d = \frac{L^2}{2I} \rightarrow I = \frac{L^2}{2W_d} = \frac{1^2}{2 \cdot 0,25} = 0,25 \text{ (kg.m}^2\text{)}$

4.4. Đáp án B

Áp dụng công thức: $a = \frac{mg}{m + \frac{I}{R^2}}$ (xem Phần ghi nhớ – trang 22 – bài 2)

$\rightarrow \gamma = \frac{a}{R} = \frac{mg}{mR + \frac{I}{R}} \rightarrow \omega = \gamma t = \frac{mg}{mR + \frac{I}{R}} \cdot t = \frac{0,1 \cdot 10}{0,1 \cdot 0,2 + \frac{4 \cdot 10^{-3}}{0,2}} \cdot 1 = 25 \text{ (rad/s)}$

Động năng quay: $W_d = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 25^2 = 1,25 \text{ (J)}$

4.5. Đáp án A

$W_d = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{2}{5} MR^2 \right) \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{2}{5} \cdot 6 \cdot 10^{24} \right) \left(\frac{6,4 \cdot 10^6}{24 \cdot 3600} \right)^2 \left(\frac{2\pi}{24 \cdot 3600} \right)^2$
 $\approx 2,6 \cdot 10^{29} \text{ (J)}$

4.6. Đáp án D

$W_{(u)} = \frac{1}{2} MV^2$

$W_{(q)} = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} (MR^2) \left(\frac{V}{R} \right)^2 = \frac{1}{2} MV^2$

Vậy: $W_{(u)} = W_{(q)}$

4.7. Đáp án D

$\gamma = \frac{M}{I} = \frac{F \cdot R}{\frac{1}{2} m R^2} = \frac{2F}{mR} = \frac{2 \cdot 2}{4 \cdot 0,1} = 10 \text{ (rad/s}^2\text{)}$

$\omega = \gamma t = 10 \cdot 6 = 60 \text{ (rad/s)}$

$W_d = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} m R^2 \right) \cdot \omega^2 = \frac{1}{4} \cdot 4 \cdot 0,1^2 \cdot 60^2 = 36 \text{ (J)}$



4.8. Đáp án B

$A_{ngoại lực} = W_d(sau) - W_d(đầu)$, với $A_{ngoại lực}$ chính là công của động cơ $= P \cdot t$

Vậy $P \cdot t = \frac{1}{2} I \omega^2 - 0 \rightarrow t = \frac{I \omega^2}{2P}$, với $\begin{cases} I = \frac{1}{2} m R^2 = \frac{1}{2} \cdot 5000 \cdot 1^2 = 2500 \text{ (kg.m}^2\text{)} \\ \omega = 2\pi \cdot n = 2\pi \cdot 2 = 4\pi \text{ (rad/s)} \\ P = 10^4 \text{ W} \end{cases}$

nên $t = \frac{2500 \cdot (4\pi)^2}{2 \cdot 10^4} = 20 \text{ (s)}$

4.9. Đáp án C

$W_d = W_d(quay) + W_d(tĩnh tiến) = \frac{1}{2} I \omega^2 + \frac{1}{2} M \cdot v^2$, với $\begin{cases} I = \frac{1}{2} m R^2 \\ \omega = \frac{v}{R} \end{cases}$, nên:

$W_d = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{2} M R^2 \right) \left(\frac{v}{R} \right)^2 + \frac{1}{2} M v^2 = \frac{1}{4} M v^2 + \frac{1}{2} M v^2 = \frac{3}{4} M v^2$,

với $v = 18 \text{ km/h} = 5 \text{ m/s}$

Vậy $W_d = \frac{3}{4} \cdot 20 \cdot 5^2 = 375 \text{ (J)}$

4.10. Đáp án C

Lấy mốc thế năng tại vị trí khối tâm G_0 của thanh lúc đầu.

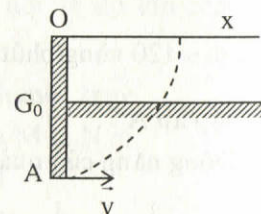
Theo định luật bảo toàn cơ năng:

$W_{đầu} = W_{sau}$

$\frac{1}{2} I \omega^2 + 0 = \frac{1}{2} I \omega'^2 + mg \frac{l}{2} \geq mg \cdot \frac{l}{2}$

$I \omega^2 \geq mg \cdot l$, với $\begin{cases} I = \frac{1}{3} m l^2 \\ \omega = \frac{v}{l} \end{cases}$, nên: $\frac{1}{3} m l^2 \left(\frac{v}{l} \right)^2 \geq mg \cdot l$

$\rightarrow v \geq \sqrt{3gl} \rightarrow v_{min} = \sqrt{3gl}$



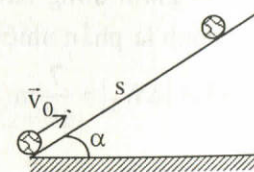
4.11. Đáp án A

Lấy mốc thế năng tại vị trí ban đầu.

Theo định luật bảo toàn cơ năng:

$W_{đầu} = W_{sau}$

$\frac{1}{2} I \omega_0^2 + \frac{1}{2} m v_0^2 = mgh$, với $h = s \cdot \sin \alpha$



$$\text{với } \begin{cases} I = \frac{2}{5}mR^2 \\ \omega_0 = \frac{v_0}{R} \end{cases} \text{ nên: } \frac{1}{2}\left(\frac{2}{5}mR^2\right)\left(\frac{v_0}{R}\right)^2 + \frac{1}{2}mv_0^2 = mgs.\sin\alpha$$

$$\Leftrightarrow \frac{v_0^2}{5} + \frac{v_0^2}{2} = gs.\sin\alpha$$

$$\Leftrightarrow v_0 = \sqrt{\frac{10}{7}gs.\sin\alpha} = \sqrt{\frac{10}{7} \cdot 10 \cdot 1,4 \cdot \frac{1}{2}} = \sqrt{10} \text{ (m/s)}$$

4.12. Đáp án C

$$\text{Động năng tịnh tiến: } W_{(t)} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{Động năng quay: } W_{(q)} = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}mR^2\right)\left(\frac{v}{R}\right)^2 = \frac{1}{4}mv^2$$

$$\text{Vậy: } W_{(t)} = 2W_{(q)}$$

$$\text{Động năng của hình trụ: } W_d = W_{(t)} + W_{(q)} = 3W_{(q)}$$

$$\Leftrightarrow W_{(q)} = \frac{1}{3}W_d = \frac{1}{3} \cdot 18 = 6 \text{ (J)}$$

4.13. Đáp án B

$$\text{Theo định lí động năng, công làm cánh quạt quay: } A = \frac{1}{2}I\omega^2 - 0$$

$$\text{Công suất trung bình của quạt: } P = \frac{A}{t} = \frac{I\omega^2}{2t},$$

$$\text{với } \omega = 120 \text{ vòng/phút} = 2 \text{ vòng/s} = 4\pi \text{ rad/s, nên: } P = \frac{2 \cdot (4\pi)^2}{2 \cdot 2} = 80 \text{ (W)}$$

4.14. Đáp án A

- Động năng của quả cầu lăn không trượt:

$$W_d = \frac{1}{2}I\omega^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{2}{5}mR^2\right)\left(\frac{v}{R}\right)^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{7}{10}mv^2$$

- Độ giảm động năng của quả cầu ngay trước và sau khi chạm vào tường chính là phần nhiệt năng đã tỏa ra trong thời gian va chạm:

$$Q = |\Delta W_d| = \frac{7}{10}m(v_1^2 - v_2^2) = \frac{7}{10} \cdot 5(5^2 - 3^2) = 56 \text{ (J)}$$

Bài 5. TỔNG KẾT CHƯƠNG I: ĐỘNG LỰC HỌC VẬT RẮN

TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Tốc độ góc và gia tốc góc trong chuyển động quay của vật rắn

a. Tốc độ góc: $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$. Đơn vị ω là rad/s

b. Gia tốc góc: $\gamma = \frac{d\omega}{dt}$. Đơn vị γ là rad/s²

2. Phương trình động lực học của chuyển động quay biến đổi đều

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2$$

$$\omega = \omega_0 + \gamma t$$

$$\omega^2 - \omega_0^2 = 2\gamma\Delta\varphi$$

- quay nhanh dần nếu: $\omega\gamma > 0$
- quay chậm dần nếu: $\omega\gamma < 0$
- quay đều nếu $\gamma = 0$

3. Vận tốc và gia tốc của một điểm trên vật rắn quay

a. Vận tốc: $v = \omega \cdot r$

b. Gia tốc: $a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$

- a_n là độ lớn gia tốc hướng tâm đặc trưng cho sự thay đổi về hướng của $\vec{v}$, với $a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 \cdot r$
- a_t là gia tốc tiếp tuyến đặc trưng cho sự thay đổi về độ lớn của $\vec{v}$, với $a_t = r \cdot \gamma$

4. Phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục

a. Momen lực đối với trục quay: $M = F \cdot d$. Đơn vị của M là N.m

- $M > 0$ nếu vật quay theo chiều dương (qui ước).
- $M < 0$ nếu vật quay theo chiều âm.

b. Momen quán tính: $I = \sum_i m_i \cdot r_i^2$. Đơn vị của I là kg.m²

c. Phương trình động lực học: $M = I \cdot \gamma$

5. Momen động lượng

a. Momen động lượng của vật rắn đối với trục quay: $L = I \cdot \omega$

Đơn vị của L là kg.m²/s

b. Định luật bảo toàn momen động lượng: Nếu $M = 0$ thì $L = \text{hằng số}$

- I không đổi: vật quay đều hoặc đứng yên
- I thay đổi: $I_1\omega_1 = I_2\omega_2$

6. Động năng của vật rắn quay: $W_d = \frac{1}{2} I \omega^2$. Đơn vị W_d là J.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

5.1. Các ngôi sao được coi như các khối cầu bằng khí tự quay quanh mình mà không chịu tác dụng của ngoại lực và có thể tích co dần. Tốc độ góc của ngôi sao

- A. không đổi B. tăng dần
C. giảm dần D. lúc tăng, lúc giảm

5.2. Một viên bi dạng hình cầu đặc bán kính 10cm khối lượng 1kg lăn không trượt với tốc độ 5m/s. Động năng của viên bi là

- A. 12,5J B. 5J C. 17,5J D. 20J

5.3. Bánh xe hình vành tròn bán kính 50cm chịu tác dụng của hai lực tạo thành ngẫu lực, mỗi lực có độ lớn 10N tiếp xúc với vành bánh xe. Momen động lượng của bánh xe sau 10s kể từ lúc bắt đầu quay là

- A. 12,5kgm²/s B. 100kgm²/s C. 50kgm²/s D. 37,5kgm²/s

5.4. Một vật rắn quay quanh một trục cố định với tốc độ góc không đổi. Một điểm bất kỳ cố định trên vật rắn không nằm trên trục quay có

- A. gia tốc tiếp tuyến bằng không và vectơ gia tốc hướng tâm thay đổi
B. gia tốc tiếp tuyến bằng không và vectơ gia tốc hướng tâm không đổi
C. gia tốc tiếp tuyến và gia tốc hướng tâm không đổi và khác không
D. vectơ gia tốc (toàn phần) không đổi

5.5. Phương trình chuyển động quay của vật rắn quanh một trục cố định là: $\varphi = 2t^2 + 3t - 6$, trong đó t tính bằng giây, φ tính bằng rad.

Tốc độ dài của một điểm trên vật rắn cách trục quay 10cm lúc t = 5s là

- A. 5,2m/s B. 4,6m/s C. 9,2m/s D. 2,3m/s

5.6. Sau thời gian 10s tốc độ quay của bánh xe tăng đều từ 120 vòng/phút lên 480 vòng/phút. Biết bán kính bánh xe là 20cm. Quãng đường bánh xe đã chạy được trong thời gian nói trên là

- A. 31,4m B. 62,8m C. 45,5m D. 82,6m

5.7. Một đĩa mài chuyển động nhanh dần đều với gia tốc góc $\gamma = 2 \text{ rad/s}^2$. Biết bán kính R = 20cm. Độ lớn gia tốc dài của một điểm trên vành đĩa sau 1s kể từ lúc bắt đầu quay xấp xỉ

- A. 0,8m/s² B. 0,4m/s² C. 0,89m/s² D. 0,55m/s²

5.8. Một vật rắn quay nhanh dần đều xung quanh trục qua O trên vật ấy. Lấy $\frac{1}{\pi} = 0,318$. Khi đĩa quay được góc 60° từ nghỉ thì vectơ gia tốc $\vec{a}$ tại điểm M

cố định trên vật rắn đã hợp với bán kính OM góc θ xấp xỉ bằng

- A. $\theta = 45,8^\circ$ B. $\theta = 25,5^\circ$ C. $\theta = 64,3^\circ$ D. $\theta = 18,5^\circ$

5.9. Thanh mảnh OA dài l = 50cm, khối lượng m = 50g có thể quay dễ dàng xung quanh trục qua đầu O trong mặt phẳng nằm ngang. Lúc thanh nằm yên, tác dụng lực $\vec{F}$ có độ lớn F = 10N vuông góc với thanh. Lúc thanh quét được góc 60°, tốc độ dài của đầu A xấp xỉ bằng

- A. v = 22,5m/s B. v = 45,7m/s C. v = 18,6m/s D. v = 34,4m/s

5.10. Thanh OA đồng chất, tiết diện đều có thể quay dễ dàng xung quanh đầu O trong mặt phẳng thẳng đứng. Biết momen quán tính của thanh đối với đầu quay O là $I = \frac{1}{3} ml^2$, trong đó m và l là khối lượng và chiều dài của thanh.

Thanh được thả nhẹ lúc nó đang nằm ngang. Biết gia tốc rơi tự do là g. Gia tốc (dài) của đầu A lúc vừa thả

- A. 0 B. $\frac{g}{2}$ C. 2g D. $\frac{3g}{2}$

5.11. Tác dụng lên mép của đĩa tròn đang đứng yên một lực tiếp tuyến với đĩa có độ lớn không đổi thì

- A. đĩa quay đều
B. gia tốc góc của đĩa bằng không
C. tốc độ góc của đĩa tỉ lệ thuận với thời gian quay
D. góc quay của đĩa tỉ lệ thuận với thời gian quay

5.12. Một đĩa tròn đồng chất khối lượng 4kg, bán kính 10cm đang quay đều quanh một trục vuông góc với mặt đĩa và đi qua tâm với tốc độ 60 vòng/phút thì bị hãm bởi một lực tiếp xúc với mép đĩa. Đĩa quay chậm dần đều và dừng lại sau khi quay thêm được 10 vòng nữa. Độ lớn lực hãm là

- A. 3,6N B. 0,72N C. 0,0628N D. 6,28N

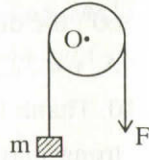
5.13. Một đĩa tròn có khối lượng $2m_0$ bán kính R đang quay quanh trục thẳng đứng qua tâm với tốc độ 3 vòng/s. Đĩa tròn thứ hai cùng trục quay với đĩa trước có khối lượng m_0 và bán kính R được đặt nhẹ nhàng lên đĩa trước, hai đĩa cùng quay với tốc độ

- A. 6 vòng/s B. 1,5 vòng/s C. 4,5 vòng/s D. 2 vòng/s

5.14. Một vật rắn đang quay nhanh dần đều quanh một trục cố định (bỏ qua lực cản) dưới tác dụng của ngoại lực. Lúc t = 0 ngoại lực triệt tiêu, kể từ đó trở đi vật rắn

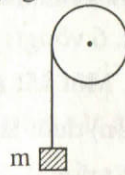
- A. vẫn quay nhanh dần do quán tính B. dừng lại
C. quay chậm dần rồi dừng lại D. quay đều

- 5.15. Ròng rọc hình đĩa tròn khối lượng $M = 3\text{kg}$, bán kính $R = 10\text{cm}$ có thể quay dễ dàng xung quanh trục O qua tâm. Vết dây nhẹ không dẫn qua ròng rọc, một đầu treo vật $m = 500\text{g}$, đầu kia kéo bằng lực $F = 8,2\text{N}$ (hình vẽ). Lấy $g = 10\text{m/s}^2$. Kể từ lúc bắt đầu kéo, sau thời gian



$$\Delta t = 1,253 \approx \sqrt{\frac{\pi}{2}} \text{ (s)}$$

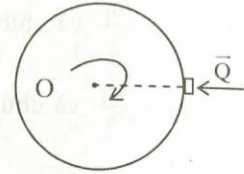
- 5.16. Chọn câu sai
- A. $n = 2$ vòng B. $n = 3$ vòng
C. $n = 1$ vòng D. $n = 4$ vòng
- 5.17. Một đĩa tròn bán kính 10cm quay nhanh dần đều với gia tốc góc 100 rad/s^2 . Độ lớn gia tốc của một điểm trên vành đĩa sau $0,1\text{s}$ kể từ lúc bắt đầu quay là
- A. $a = 10\text{m/s}^2$ B. $a = 10\sqrt{3}\text{ m/s}^2$ C. $a = 10\sqrt{2}\text{ m/s}^2$ D. $a = 20\text{m/s}^2$
- 5.18. Vật rắn quay biến đổi đều thì một điểm cố định trên vật ấy có độ lớn
- A. tốc độ góc không đổi B. tốc độ dài không đổi
C. gia tốc tiếp tuyến không đổi D. gia tốc hướng tâm không đổi
- 5.19. Cánh quạt máy dài $0,5\text{m}$. Đầu cánh quạt đạt tốc độ 10m/s sau 5s kể từ lúc bắt đầu quay nhanh dần đều từ nghỉ. Cánh quạt đã quay được gần
- A. 50 vòng B. 25 vòng C. 8 vòng D. 5 vòng
- 5.20. Ròng rọc có bán kính 10cm được quấn bằng đoạn dây nhẹ không dẫn, đầu dây treo vật nặng. Thả nhẹ vật thì nó sẽ chuyển động thẳng biến đổi đều và sau $0,5\text{s}$ vật đi được 25cm . Tốc độ góc của ròng rọc khi vật nặng đi hết quãng đường nói trên là
- A. 10 rad/s B. 5 rad/s
C. 20 rad/s D. 50 rad/s



- 5.21. Chọn câu sai
- A. Khi vật rắn quay đều thì gia tốc góc bằng không
B. Gia tốc góc của một đĩa tròn đang quay quanh một trục tỉ lệ thuận với tổng momen ngoại lực, tỉ lệ nghịch với khối lượng và bán kính của đĩa

- C. Mọi điểm trên vật rắn đang quay có cùng tốc độ góc và gia tốc góc (trừ các điểm nằm trên trục quay)
D. Khi vật rắn quay thì một điểm trên vật rắn (không nằm trên trục quay) sẽ vẽ nên quỹ đạo tròn có tâm nằm trên trục quay.

- 5.22. Một bánh đà có khối lượng $m = 20\text{kg}$, bán kính $R = 50\text{cm}$ đang quay với tốc độ $\omega = 120$ vòng/phút thì bị hãm lại nhờ một áp lực $\vec{Q}$ vuông góc với vành bánh đà như hình vẽ.



Bánh đà quay chậm dần đều và dừng lại sau thời gian $t = 10\text{s}$. Ma sát trượt giữa áp lực $\vec{Q}$ và bánh đà là $0,5$. Lấy $\pi = 3,14$.

Độ lớn áp lực Q là

- A. $Q = 15,70\text{N}$ B. $Q = 12,56\text{N}$ C. $Q = 376,82\text{N}$ D. $Q = 125,60\text{N}$

- 5.23. Một bánh xe (coi như vành tròn) khối lượng $m = 200\text{g}$ lăn không trượt trên mặt đường nằm ngang. Trong khi chuyển động bánh xe xem như chịu tác dụng một lực tiếp tuyến với vành có độ lớn không đổi $F = 10\text{N}$. Sau 2s kể từ lúc bắt đầu chuyển động bánh xe đã đi được

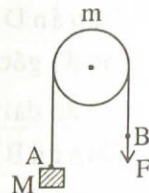
- A. $s = 100\text{m}$ B. $s = 50\text{m}$ C. $s = 200\text{m}$ D. $s = 150\text{m}$

- 5.24. Chọn câu sai

- A. Momen quán tính của vật rắn phụ thuộc vào sự phân bố khối lượng trên vật rắn xa hay gần trục quay.
B. Đối với trục quay nhất định, momen quán tính của một hệ vật bằng tổng momen quán tính của các vật trong hệ đó.
C. Momen lực tác dụng vào vật rắn không đổi, momen quán tính của vật rắn ấy càng lớn thì sự thay đổi tốc độ góc của vật càng lớn.
D. Đối với vật rắn có momen quán tính không đổi đối với trục quay, nếu momen động lượng của vật rắn đối với trục quay đó không đổi thì vật quay đều hoặc đứng yên.

- 5.25. Xét một hệ thống gồm:

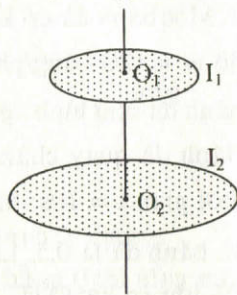
- Ròng rọc là một đĩa tròn khối lượng $m = 1\text{kg}$ có thể quay dễ dàng xung quanh trục qua tâm O
- Dây AB không co dãn và nhẹ vắt qua ròng rọc
- Lực kéo $\vec{F}$ tác dụng vào đầu B để kéo vật nặng đi lên với $F = 25\text{N}$. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.



Sức căng dây ở phía treo vật nặng M là

- A. $T = 24\text{N}$ B. $T = 6\text{N}$ C. $T = 16\text{N}$ D. $T = 12\text{N}$

- 5.26. Hai đĩa tròn có momen quán tính đối với trục quay qua tâm là I_1 và I_2 mà $I_2 = 2I_1$ được treo bằng đoạn dây thẳng đứng qua hai tâm như hình vẽ. Quay đĩa dưới nhiều vòng cho đoạn dây O_1O_2 xoắn lại rồi giữ yên. Thả nhẹ đĩa dưới thì hai đĩa quay với tốc độ góc ω_1 và ω_2 (ứng với I_1 và I_2) mà
- A. $\omega_2 = 2\omega_1$ và chúng quay cùng chiều
 B. $\omega_2 = 2\omega_1$ và chúng quay ngược chiều
 C. $\omega_2 = \frac{\omega_1}{2}$ và chúng quay cùng chiều
 D. $\omega_2 = \frac{\omega_1}{2}$ và chúng quay ngược chiều



HƯỚNG DẪN GIẢI

5.1. Đáp án B

$M = 0$ nên $I\omega =$ hằng số

Thả tích co dần $\rightarrow I$: giảm dần; ω : tăng dần

5.2. Đáp án C

$$W_d = \frac{1}{2}I\omega^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{2}{5}mR^2\right)\left(\frac{v}{R}\right)^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{7}{10}mv^2 = \frac{7}{10} \cdot 1.5^2 = 17,5 \text{ (J)}$$

5.3. Đáp án B

$$L = I\omega = I\gamma t = I \frac{M}{I} t = Mt, \text{ với } M = F \cdot d = F \cdot 2R$$

$$\text{Vậy: } L = 2FR \cdot t = 2 \cdot 10 \cdot 0,5 \cdot 10 = 100 \text{ (kg.m}^2/\text{s)}$$

5.4. Đáp án A

- Gia tốc tiếp tuyến $a_t = 0 \rightarrow \vec{a}_t = 0$
- Vectơ gia tốc hướng tâm $\vec{a}_n$ có phương thay đổi (còn độ lớn $a_n = \omega^2 R$ không đổi). Vậy vectơ gia tốc hướng tâm $\vec{a}_n$ thay đổi
- Vectơ gia tốc: $\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n = \vec{a}_n$: thay đổi

5.5. Đáp án D

$$\text{Tốc độ góc: } \omega = \varphi' = 4t + 3 \text{ (rad/s)}$$

$$\text{Tốc độ dài: } v = \omega \cdot r = (4t + 3) \cdot r = (4 \cdot 5 + 3) \cdot 0,1 = 2,3 \text{ (m/s)}$$

5.6. Đáp án B

$$\gamma = \frac{\omega - \omega_0}{t}$$

$$\Delta\varphi = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\gamma} = \frac{(\omega + \omega_0)(\omega - \omega_0)}{2 \cdot \frac{\omega - \omega_0}{t}} = \frac{(\omega + \omega_0) \cdot t}{2}$$

$$s = R \cdot \Delta\varphi = R \cdot \frac{\omega + \omega_0}{2} \cdot t, \text{ với } \begin{cases} \omega = 480 \text{ vòng/phút} = 8 \text{ vòng/s} = 16\pi \text{ (rad/s)} \\ \omega = 120 \text{ vòng/phút} = 2 \text{ vòng/s} = 4\pi \text{ (rad/s)} \end{cases}$$

$$\text{nên } s = 0,2 \cdot \frac{16\pi + 4\pi}{2} \cdot 10 = 20\pi = 62,8 \text{ (m)}$$

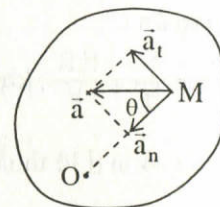
5.7. Đáp án C

$$\omega = \gamma t = 2 \cdot 1 = 2 \text{ (rad/s)}$$

$$a_n = \omega^2 R = 2^2 \cdot 0,2 = 0,8 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$a_t = \gamma R = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2} = \sqrt{0,8^2 + 0,4^2} \approx 0,89 \text{ (m/s}^2\text{)}$$



5.8. Đáp án B

$$\text{Có } \tan \theta = \frac{a_t}{a_n} = \frac{R\gamma}{R\omega^2} = \frac{\gamma}{\omega^2}, \text{ với } \omega^2 = 2\gamma\Delta\varphi$$

$$\text{nên } \tan \theta = \frac{\gamma}{2\gamma\Delta\varphi} = \frac{1}{2\Delta\varphi} = \frac{1}{2 \cdot \frac{\pi}{3}} = 0,477 \rightarrow \theta \approx 25,5^\circ$$

5.9. Đáp án A

$$\gamma = \frac{M}{I} = \frac{F \cdot l}{\frac{1}{3}ml^2} = \frac{3F}{ml}$$

$$\omega^2 = 2\gamma\Delta\varphi \rightarrow \omega = \sqrt{2\gamma\Delta\varphi}$$

$$v_A = \omega \cdot l = \sqrt{2\gamma\Delta\varphi} \cdot l = \sqrt{2 \cdot \frac{3F}{ml} \cdot \Delta\varphi} \cdot l = \sqrt{\frac{6F\Delta\varphi}{m}}, \text{ với } \Delta\varphi = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

$$= \sqrt{\frac{6 \cdot 10 \cdot 0,5 \cdot \frac{\pi}{3}}{0,2}} \approx 12,5 \text{ (m/s)}$$

5.10. Đáp án D

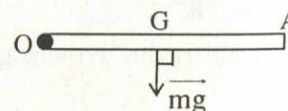
- Lúc vừa thả momen lực do trọng lực

$$\overline{mg} \text{ tác dụng lên thanh: } M = mg \cdot \frac{l}{2}$$

- Gia tốc góc của thanh lúc vừa thả

$$\gamma = \frac{M}{I} = \frac{mg \cdot \frac{l}{2}}{\frac{1}{3}ml^2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{g}{l}$$

- Gia tốc dài của đầu A lúc vừa thả: $a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$,



$$\text{với } \begin{cases} \omega = 0 \rightarrow a_n = \omega^2 \cdot l = 0 \\ a_t = l \cdot \gamma = l \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{g}{l} = \frac{3}{2}g \end{cases}$$

$$\text{Vậy } a = a_t = \frac{3}{2}g$$

5.11. Đáp án C

$$\text{Có } \gamma = \frac{M}{I} = \frac{F \cdot R}{I} : \text{ không đổi}$$

$$\omega = \gamma \cdot t \rightarrow \omega \text{ tỉ lệ thuận với } t \text{ nhưng } \Delta\varphi = \frac{1}{2}\omega t^2 \rightarrow \Delta\varphi \text{ tỉ lệ thuận với } t^2$$

5.12. Đáp án C

$$\bullet \quad \omega^2 - \omega_0^2 = 2\gamma \cdot \Delta\varphi \rightarrow \gamma = -\frac{\omega_0^2}{2\Delta\varphi} = -\frac{(2\pi)^2}{2 \cdot 20\pi} = -\frac{\pi}{10} \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

$$\bullet \quad -F \cdot R = I \cdot \gamma \rightarrow F = -\frac{I\gamma}{R} = -\frac{1}{2}MR^2 \cdot \frac{\gamma}{R} = -\frac{1}{2}MR\gamma = -\frac{1}{2}4,0,1 \left(-\frac{\pi}{10}\right) = 0,0628 \text{ (N)}$$

5.13. Đáp án D

Định luật bảo toàn momen động lượng: $I_1 \cdot \omega_0 = (I_1 + I_2)\omega$, với $I_1 = 2I_2$ nên:

$$2I_2\omega_0 = 3I_2 \cdot \omega \rightarrow \omega = \frac{2}{3}\omega_0 = \frac{2}{3} \cdot 3 = 2 \text{ (vòng/s)}$$

5.14. Đáp án D

Kể từ lúc $t = 0$:

$$F = 0 \rightarrow m = 0$$

$$\rightarrow \gamma = \frac{M}{I} = 0$$

$\rightarrow \omega = \omega_0$: không đổi (quay đều)

5.15. Đáp án A

$$a = \frac{|F - mg|}{m + \frac{I}{R^2}}, \text{ với } I = \frac{1}{2}MR^2 \text{ nên: } a = \frac{|F - mg|}{m + \frac{M}{2}} = \frac{|8,2 - 0,5 \cdot 10|}{0,5 + 1,5} = 1,6 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$\gamma = \frac{a}{R} = \frac{1,6}{0,1} = 16 \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

$$\Delta\varphi = \frac{1}{2}\gamma \Delta t^2 = \frac{1}{2} \cdot 16 \left(\sqrt{\frac{\pi}{2}}\right)^2 = 4\pi \text{ (rad)}$$

$\rightarrow n = 2$ vòng

5.16. Đáp án B

– Chuyển động quay chậm dần có $\gamma < 0$ nếu chiều quay là chiều dương và nếu chiều quay là chiều âm thì $\gamma > 0$.

$$-M = \frac{dL}{dt} = 0 \rightarrow L = \text{hằng số}$$

5.17. Đáp án C

Gia tốc tại một điểm trên vật rắn quay: $\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_t$

$$\text{Độ lớn } a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}, \text{ với } \begin{cases} a_n = \omega^2 R = (\gamma t)^2 \cdot R = (100 \cdot 0,1)^2 \cdot 0,1 = 10 \text{ (m/s}^2\text{)} \\ a_t = \gamma R = 100 \cdot 0,1 = 10 \text{ (m/s}^2\text{)} \end{cases}$$

$$\text{Vậy: } a = \sqrt{10^2 + 10^2} = 10\sqrt{2} \text{ (m/s}^2\text{)}$$

5.18. Đáp án C

Khi vật rắn quay biến đổi đều thì γ : không đổi

$$\left. \begin{aligned} \omega &= \omega_0 + \gamma t \\ v &= \omega \cdot R \\ a_n &= \omega^2 \cdot R \end{aligned} \right\} \text{ thay đổi ; còn } a_t = \gamma \cdot R : \text{ không đổi}$$

5.19. Đáp án C

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{10}{0,5} = 20 \text{ (rad/s)}$$

$$\gamma = \frac{\omega}{t} = \frac{20}{5} = 4 \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

$$\Delta\varphi = \frac{1}{2}\gamma t^2 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 5^2 = 50 \text{ (rad)} = \frac{50}{2\pi} \text{ (vòng)} \approx 8 \text{ (vòng)}$$

5.20. Đáp án A

$$\text{Quãng đường vật nặng đi được: } s = \frac{1}{2}at^2, \text{ với } a = R \cdot \gamma \text{ nên } s = \frac{1}{2}R\gamma \cdot t^2$$

$$\rightarrow \gamma = \frac{2s}{Rt^2} \rightarrow \omega = \gamma \cdot t = \frac{2s}{Rt} = \frac{2 \cdot 0,25}{0,1 \cdot 0,5} = 10 \text{ (rad/s)}$$

5.21. Đáp án B

$$\text{Có } \gamma = \frac{M}{I} = \frac{M}{\frac{1}{2}mR^2} : \text{ vậy } \gamma \text{ tỉ lệ thuận với tổng momen ngoại lực (M), tỉ lệ}$$

nghịch với khối lượng (m) và bình phương bán kính của đĩa (R^2).

5.22. Đáp án B

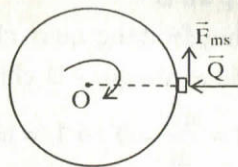
Bánh đà dừng lại là do lực ma sát có độ lớn: $F_{ms} = \mu Q$

$$\gamma = \frac{M}{I} = \frac{-\mu Q \cdot R}{\frac{1}{2} m R^2} = \frac{-2\mu Q}{m R}$$

$$\omega = \omega_0 + \gamma t$$

$$0 = \omega_0 - \frac{2\mu Q}{m R} \cdot t$$

$$\rightarrow Q = \frac{m R \omega_0}{2\mu \cdot t} = \frac{20 \cdot 0,5 \cdot 4\pi}{2 \cdot 0,5 \cdot 10} = 4\pi = 12,56 \text{ (N)}$$



5.23. Đáp án A

$$\gamma = \frac{M}{I} = \frac{F \cdot R}{m R^2} = \frac{F}{m R}$$

$$\bullet \text{ Sau thời gian } t \text{ bánh xe đã quay được góc } \Delta\varphi = \frac{1}{2} \gamma t^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{F}{m R} t^2$$

$\bullet$ Mỗi điểm trên vành bánh xe đã quay được cung có độ dài:

$$s = R \cdot \Delta\varphi = \frac{F \cdot t^2}{2m} = \frac{10 \cdot 2^2}{2 \cdot 0,2} = 100 \text{ (m)}$$

và đó cũng là quãng đường mà bánh xe đi được trên mặt đường.

5.24. Đáp án C.

C sai vì I càng lớn thì $\gamma = \frac{M}{I}$ càng nhỏ $\rightarrow \Delta\omega = \omega - \omega_0 = \gamma t$ càng nhỏ

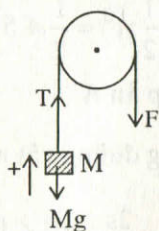
D đúng vì: $L = \text{hằng số} \rightarrow M = \frac{dL}{dt} = 0 \rightarrow \gamma = \frac{M}{I} = 0$: vật quay đều hoặc đứng

yên.

5.25. Đáp án A

$$a = \frac{F - Mg}{M + \frac{I}{R^2}} = \frac{F - Mg}{M + \frac{m}{2}} = \frac{25 - 2 \cdot 10}{2 + \frac{1}{2}} = 2 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$T - Mg = Ma \Leftrightarrow T = M(g + a) = 24 \text{ (N)}$$



5.26. Đáp án D

Momen động lượng của hệ (2 đĩa) lúc chưa thả đĩa dưới bằng không.

Theo định luật bảo toàn momen động lượng:

$$0 = I_1 \omega_1 + I_2 \omega_2 \rightarrow \omega_2 = -\frac{I_1}{I_2} \omega_1 = -\frac{1}{2} \omega_1 : \text{ dấu trừ chứng tỏ hai đĩa quay ngược}$$

$$\text{chiều với tốc độ } \omega_2 = \frac{\omega_1}{2}.$$

Chương II.

DAO ĐỘNG CƠ

BÀI 6. DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Dao động cơ.

- Dao động cơ là chuyển động qua lại vị trí cân bằng.
- Dao động tuần hoàn là dao động cơ mà sau những khoảng thời gian bằng nhau, gọi là chu kỳ, vật trở lại vị trí cũ và theo chiều cũ.

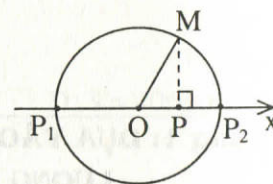
2. Dao động điều hòa.

Dao động điều hòa là dao động trong đó li độ của vật là một hàm cosin (hay sin) của thời gian.

$$x = A \cos(\omega t + \varphi)$$

- x là li độ của vật.
- A là biên độ dao động ($A > 0$)
- $\omega t + \varphi$ là pha dao động tại thời điểm t . Đơn vị ($\omega t + \varphi$) là radian (rad).
- ω là tần số góc, đơn vị là rad/s.
- φ là pha ban đầu, đơn vị là rad.

* **Chú ý :** Dao động điều hòa và chuyển động tròn đều có mối liên hệ như sau: Điểm P dao động điều hòa trên đoạn thẳng P_1P_2 luôn luôn có thể coi là hình chiếu của một điểm M chuyển động tròn đều trên đường tròn có đường kính P_1P_2 lên P_1P_2 .



3. Chu kỳ – tần số – tần số góc.

a. Chu kỳ và tần số:

- Chu kỳ T của dao động điều hòa là khoảng thời gian để vật thực hiện một dao động toàn phần. Đơn vị chu kỳ là giây (s).
- Tần số f của dao động điều hòa là số dao động toàn phần thực hiện được trong 1 giây. Đơn vị tần số là héc (Hz) với: $1\text{Hz} = 1/\text{s}$.

$$\text{Liên hệ giữa chu kỳ và tần số: } T = \frac{1}{f}$$

b. Tần số góc:

Tần số góc là ω , đơn vị là rad/s. Liên hệ giữa tần số góc, chu kỳ và tần số:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

4. Vận tốc và gia tốc của vật dao động điều hòa

a. Vận tốc:

Vận tốc là đạo hàm của li độ theo thời gian: $v = x' = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$

- Ở vị trí biên ($x = \pm A$): $v = 0$
- Ở vị trí cân bằng ($x = 0$): $|v| = v_{\max} = \omega A$

b. Gia tốc:

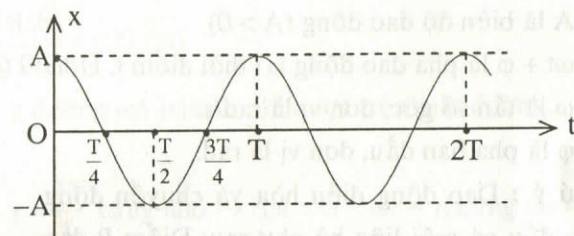
Gia tốc là đạo hàm của vận tốc theo thời gian: $a = v' = x'' = -\omega^2 x$

- Ở vị trí cân bằng ($x = 0$): $a = 0$, hợp lực $F = 0$.
- Vectơ gia tốc $\vec{a}$ luôn luôn hướng về vị trí cân bằng và độ lớn tỉ lệ với độ lớn li độ.

5. Đồ thị của dao động điều hòa

Đồ thị của li độ x vào thời gian t là một đường hình sin.

Ví dụ với $\varphi = 0$ thì:



BÀI TẬP CƠ BẢN

Dạng 1: DỰA VÀO PHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN ĐỘNG TÌM CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐẶC TRƯNG CỦA DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

1. Phương trình chuyển động của vật dao động điều hòa:

$$x = A \cos(\omega t + \varphi)$$

- A là biên độ dao động ($A > 0$).
- ω là tần số góc (đơn vị là rad/s).
- $\omega t + \varphi$ là pha dao động lúc t .
- φ là pha ban đầu.

2. Liên hệ giữa tần số góc, chu kỳ, tần số: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$

3. Vật thực hiện dao động điều hòa giữa hai điểm P và Q mà : $PQ = 2A$

4. Quãng đường vật đi được trong một dao động toàn phần : $S = 4A$

5. Thời gian thực hiện N dao động toàn phần : $\Delta t = N.T$

Ví dụ 1: Một vật dao động điều hòa với phương trình: $x = 5 \cos \left(20\pi t + \frac{\pi}{4} \right)$ (cm)

Chu kỳ và tần số của dao động lần lượt là

A. $T = 10s$; $f = 0,1$ Hz.

C. $T = 5s$; $f = 0,2$ Hz.

B. $T = 0,1s$; $f = 10$ Hz.

D. $T = 0,2s$; $f = 5$ Hz.

Giải

Tần số góc: $\omega = 20\pi$ (rad/s)

Mà: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ nên chu kỳ: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{20\pi} = 0,1$ (s)

Và tần số: $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{20\pi}{2\pi} = 10$ (Hz). Vậy chọn đáp án B.

Ví dụ 2: Một vật dao động điều hòa thực hiện được 400 dao động toàn phần trong thời gian 4 phút. Chu kỳ dao động là

A. $T = 0,6s$.

B. $T = 1,25s$.

C. $T = 0,01s$.

D. $T = 75s$.

Giải

Ta có : $\begin{cases} N = 400 \text{ dao động} \\ \Delta t = 4 \text{ phút} = 240s \end{cases}$. Chu kỳ: $T = \frac{\Delta t}{N} = \frac{240}{400} = 0,6$ (s)

Vậy chọn đáp án A.

Ví dụ 3: Một vật dao động điều hòa với phương trình chuyển động :

$$x = 5 \cos \left(2\pi t - \frac{\pi}{2} \right)$$
 (cm)

Quãng đường mà vật đi được trong thời gian 2s là:

A. $S = 5cm$.

B. $S = 10cm$.

C. $S = 20cm$.

D. $S = 40cm$.

Giải

Tần số góc: $\omega = 2\pi$ (rad/s). Chu kỳ: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{2\pi} = 1$ (s)

Số dao động toàn phần thực hiện trong 2s: $N = \frac{\Delta t}{T} = \frac{2}{1} = 2$

Mỗi dao động toàn phần vật đi được $4A$.

Vậy quãng đường vật đi được trong 2s là: $S = 2.4A = 8A$ với $A = 5cm$.

Vậy $S = 8.5 = 40$ (cm)

Vậy chọn đáp án D.

Ví dụ 4: Một vật dao động điều hòa với phương trình chuyển động:

$$x = 2 \cos \left(5\pi t - \frac{\pi}{6} \right)$$
 (cm)

Li độ dao động của vật lúc pha bằng $\frac{2\pi}{3}$ là

A. $x = -2cm$.

B. $x = 2cm$.

C. $x = -1cm$.

D. $x = 1cm$.

Giải

Pha dao động là: $5\pi - \frac{\pi}{6}$

Lúc pha bằng $\frac{3\pi}{4}$ tức $5\pi - \frac{\pi}{6} = \frac{3\pi}{4}$ thì: $x = 2\cos\left(\frac{3\pi}{4}\right) = 2 \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) = -1$ (cm)

Vậy chọn đáp án C.

Dạng 2: VẬN TỐC VÀ GIA TỐC CỦA VẬT DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

Phương trình chuyển động: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

- Vận tốc:** $v = x' = -\omega A \cdot \sin(\omega t + \varphi)$
 - + Lúc qua vị trí cân bằng O ($x = 0$) độ lớn vận tốc cực đại: $|v| = v_{\max} = \omega \cdot A$
 - + Ở vị trí biên ($x = \pm A$) thì $v = 0$
- Gia tốc:** $a = v' = x'' = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi)$ hay $a = x'' = -\omega^2 \cdot x$
 - + Lúc qua vị trí cân bằng O ($x = 0$): $a = 0$
 - + Vectơ gia tốc $\vec{a}$ luôn luôn hướng về vị trí cân bằng O.

Ví dụ 1: Một vật dao động điều hòa trên trục $x'Ox$ với phương trình chuyển động:

$$x = 5\sqrt{2} \cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm). Lúc } t = 1 \text{ s vật:}$$

- A. đi theo chiều dương với độ lớn vận tốc 31,4 cm/s.
- B. đi theo chiều âm với độ lớn vận tốc 31,4 cm/s.
- C. đi theo chiều dương với độ lớn vận tốc $5\sqrt{2}$ cm/s.
- D. đi theo chiều âm với độ lớn vận tốc $5\sqrt{2}$ cm/s.

Giải

• Ta có: $x = 5\sqrt{2} \cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm)

$$v = x' = -10\sqrt{2} \pi \sin\left(2\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm/s)}$$

$$\text{Lúc } t = 1 \text{ s: } v = -10\sqrt{2} \pi \sin\left(2\pi \cdot 1 + \frac{\pi}{4}\right) = -10\sqrt{2} \pi \sin \frac{\pi}{4} = -10\pi \approx -31,4 \text{ (cm/s)} < 0$$

Vì $v < 0$ nên vật đi theo chiều âm với độ lớn vận tốc là 31,4 cm/s.
Chọn đáp án B.

Ví dụ 2: Một vật dao động điều hòa trên đoạn thẳng PQ = 4 cm với thời gian từ P → Q là 0,25s. Độ lớn vận tốc của vật lúc qua trung điểm O của PQ là:

- A. $|v_0| = 12,56$ cm/s.
- B. $|v_0| = 50,24$ cm/s.
- C. $|v_0| = 12,65$ cm/s.
- D. $|v_0| = 25,12$ cm/s.

Giải

Trung điểm O của PQ là vị trí cân bằng của vật nên độ lớn vận tốc cực đại:

$$|v_0| = v_{\max} = \omega A$$

Thời gian từ P → Q là $\frac{T}{2}$ nên:

$$\frac{T}{2} = 0,25 \text{ (s)} \rightarrow T = 0,5 \text{ (s)} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,5} = 4\pi \text{ (rad/s)}$$

$$\text{Và } PQ = 2A \rightarrow A = \frac{PQ}{2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ (cm)}$$

Vậy: $|v_0| = 4\pi \cdot 2 = 8\pi \approx 25,12$ (cm/s). Chọn đáp án D.

Ví dụ 3: Một vật dao động điều hòa với phương trình chuyển động:

$$x = 5\cos\left(20t - \frac{\pi}{3}\right) \text{ (cm). Vật đạt gia tốc cực đại:}$$

- A. lúc qua vị trí cân bằng với độ lớn 20 m/s².
- B. lúc qua li độ cực đại với độ lớn 20 m/s².
- C. lúc qua li độ cực tiểu với độ lớn 20 m/s².
- D. lúc qua vị trí và độ lớn khác với kết quả A, B, C.

Giải

Gia tốc: $a = -\omega^2 \cdot x$; $a : \max \leftrightarrow x = -A$: li độ cực tiểu

Vậy: $a_{\max} = +\omega^2 A = +20^2 \cdot 5 = 2000 \text{ (cm/s}^2\text{)} = 20 \text{ (m/s}^2\text{)}$. Chọn đáp án C.

Dạng 3: LIÊN HỆ GIỮA VẬN TỐC V VÀ LI ĐỘ x

$$\text{Từ } \begin{cases} x = A \cos(\omega t + \varphi) \\ v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x^2 = A^2 \cos^2(\omega t + \varphi) \\ \left(\frac{v}{\omega}\right)^2 = A^2 \sin^2(\omega t + \varphi) \end{cases} \Rightarrow \boxed{x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2 = A^2}$$

Ví dụ 1: Một vật dao động điều hòa với biên độ 10 cm, chu kì 0,5s. Vận tốc của vật lúc qua li độ $x = 6$ cm và đi theo chiều âm là

- A. $v = 100,48$ cm/s.
- B. $v = -100,48$ cm/s.
- C. $v = -20,25$ cm/s.
- D. $v = -56,24$ cm/s.

Giải

$$\text{Ta có: } x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2 = A^2 \rightarrow v^2 = \omega^2 (A^2 - x^2) \rightarrow v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2}$$

$$\left\{ \begin{aligned} \omega &= \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,5} = 4\pi \text{ (rad/s)} \\ A &= 10 \text{ cm} \\ x &= 6 \text{ cm} \end{aligned} \right.$$

$$\text{Với } \begin{cases} A = 10 \text{ cm} \\ x = 6 \text{ cm} \end{cases}$$

$$\text{Nên } v = \pm 4\pi \sqrt{10^2 - 6^2} = \pm 32\pi \approx \pm 100,48 \text{ (cm/s)}$$

Vì vật đi theo chiều âm nên $v < 0$, vậy : $v = -100,48 \text{ (cm/s)}$

Chọn đáp án B.

Ví dụ 2: Một vật dao động điều hòa trên đoạn thẳng PQ với chu kỳ 0,785s. Lúc vật qua vị trí cách trung điểm O của PQ là 3 cm thì nó có độ lớn vận tốc là 32 cm/s. Lấy $\pi = 3,14$. Chiều dài đoạn PQ là

- A. PQ = 10cm. B. PQ = 5cm. C. PQ = 20cm. D. PQ = 2cm.

Giải

$$\text{Ta có: } A^2 = x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2 \rightarrow A = \sqrt{x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2} \quad \begin{array}{c} P \quad A \quad O \quad A \quad Q \\ \hline \end{array}$$

$$\text{Với } \begin{cases} |x| = 3\text{cm} \\ |v| = 32\text{cm/s} \end{cases} \quad \text{Vậy : } A = \sqrt{3^2 + \left(\frac{32}{8}\right)^2} = 5 \text{ (cm)}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \cdot 3,14}{0,785} = 8 \text{ (rad/s)}$$

Mà $PQ = 2A = 2 \cdot 5 = 10 \text{ (cm)}$. Chọn đáp án A.

Dạng 4: VIẾT PHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN ĐỘNG CỦA VẬT DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

Muốn viết phương trình chuyển động của vật dao động điều hòa ta lần lượt theo các bước như sau:

Bước 1: Viết phương trình tổng quát: $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

Bước 2: Tìm tần số góc ω . Dùng các công thức có liên quan đến ω như:

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}; \omega = \sqrt{\frac{K}{m}} \text{ (cho con lắc lò xo)}; \omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \text{ (cho con lắc đơn) ...}$$

Bước 3: Tìm biên độ A. Áp dụng các công thức có liên quan đến A như:

$$A = \sqrt{x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2}; v_{\max} = \omega \cdot A \dots$$

Bước 4: Tìm pha ban đầu φ .

Thường trong đề bài có cho điều kiện (gọi là điều kiện ban đầu):

Lúc $t = 0$ (lúc ban đầu) vật qua vị trí nào đó đã biết (tức biết $x = x_0$) và đi theo chiều dương hay âm (tức biết $v > 0$ hay $v < 0$)

$$\text{Thế } t = 0; x = x_0 \text{ và } v > 0 \text{ hay } v < 0 \text{ vào } \begin{cases} x = A \cos(\omega t + \varphi) \\ v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) \end{cases}$$

$$\text{Ta được } \begin{cases} x_0 = A \cos \varphi \\ v = -\omega A \sin \varphi > 0 \text{ hay } v = -\omega A \sin \varphi < 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = \frac{x_0}{A} \\ \sin \varphi < 0 \text{ hay } \sin \varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi$$

Chú ý: Nếu đề cho lúc $t = 0$ mà vật đang ở vị trí biên (tức $x = \pm A$) thì ta không có $v > 0$ hay $v < 0$. Lúc đó ta được: $\pm A = A \cos \varphi \rightarrow \cos \varphi = \pm 1 \rightarrow \varphi = 0$ hoặc $\varphi = \pi$

Ví dụ 1: Một vật dao động điều hòa trên đoạn thẳng PQ = 6 (cm) với thời gian chuyển động từ P đến Q là 0,5 (s). Biết lúc $t = 0$ vật qua vị trí cân bằng O và đi theo chiều dương. Phương trình chuyển động của vật là

- A. $x = 6 \cos(2\pi t + \pi) \text{ (cm)}$ B. $x = 6 \cos(2\pi t) \text{ (cm)}$
C. $x = 3 \cos(2\pi t) \text{ (cm)}$ D. $x = 3 \cos(2\pi t + \pi) \text{ (cm)}$

Giải

Bước 1: Phương trình chuyển động của vật có dạng: $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

Bước 2: Tìm ω .

$$\text{Theo đề : } \frac{T}{2} = 0,5 \text{ (s)} \rightarrow T = 1 \text{ (s)} \text{ và } \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi \text{ (rad/s)}$$

Bước 3: Tìm A.

Theo đề: PQ = 6 (cm) hay $2A = 6$ suy ra $A = 3 \text{ (cm)}$

Bước 4: Tìm φ .

Theo đề: Lúc $t = 0$ thì $x = 0$ và $v > 0$

$$\text{Từ } \begin{cases} x = A \cos(\omega t + \varphi) \\ v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) \end{cases} \text{ ta được } \begin{cases} 0 = A \cos \varphi \\ v = -\omega A \sin \varphi > 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = 0 \\ \sin \varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = \pi$$

Vậy phương trình chuyển động là: $x = 3 \cos(2\pi t + \pi) \text{ (cm)}$

Chọn đáp án D.

Ví dụ 2: Một vật dao động điều hòa với chu kỳ 2s. Đưa vật ra khỏi vị trí cân bằng O là 2 cm và lúc $t = 0$ truyền cho nó vận tốc có độ lớn 6,28 cm/s hướng theo chiều dương thì vật chuyển động về vị trí cân bằng O. Phương trình chuyển động của vật là:

- A. $x = 2\sqrt{2} \cos\left(\pi t + \frac{5\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$ B. $x = 2\sqrt{2} \cos\left(\pi t + \frac{3\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$
C. $x = 2 \cos\left(\pi t + \frac{5\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$ D. $x = 2 \cos\left(\pi t + \frac{3\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$

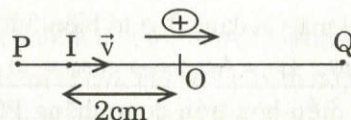
Giải

Bước 1: Phương trình chuyển động của vật có dạng: $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

Bước 2: Tìm ω

Ta có: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi \text{ (rad/s)}$

Bước 3: Tìm A.



Theo đề ta có: $x = -2 \text{ cm}$ và $v = 6,28 \text{ cm/s}$

Áp dụng: $A = \sqrt{x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2} = \sqrt{(-2)^2 + \left(\frac{6,28}{\pi}\right)^2} = 2\sqrt{2} \text{ (cm)}$

Bước 4: Tìm φ .

Ta có: $\begin{cases} x = A \cos(\omega t + \varphi) \\ v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) \end{cases}$

Theo đề: $t = 0, x = -2 \text{ cm}$ và $v > 0$ nên: $\begin{cases} -2 = 2\sqrt{2} \cos \varphi \\ v = -\omega A \sin \varphi > 0 \end{cases}$

$\rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = -\frac{1}{\sqrt{2}} \\ \sin \varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = \frac{5\pi}{4}$. Vậy: $x = 2\sqrt{2} \cos\left(\pi t + \frac{5\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$

Chọn đáp án A.

Ví dụ 3: Một vật dao động điều hòa giữa hai điểm P và Q với tần số $f = 1 \text{ Hz}$.

Lúc $t = 0$ vật bắt đầu dao động thì sau đó 2,5s vật qua li độ $x = -5\sqrt{2} \text{ cm}$ và hướng ra xa vị trí cân bằng với vận tốc có độ lớn là $10\pi\sqrt{2} \text{ cm/s}$. Phương trình chuyển động của vật là

- A. $x = 10\cos\left(2\pi t + \frac{3\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$ B. $x = 10\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$
C. $x = 5\sqrt{2} \cos\left(2\pi t + \frac{3\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$ D. $x = 5\sqrt{2} \cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$

Giải

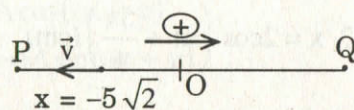
Bước 1: Phương trình chuyển động có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Bước 2: Tìm ω .

Ta có: $\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 1 = 2\pi \text{ (rad/s)}$

Bước 3: Tìm A.

Áp dụng: $A = \sqrt{x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2}$



Theo đề (được biểu diễn trên hình vẽ) ta có:

$x = -5\sqrt{2} \text{ cm}$ và $v = -10\pi\sqrt{2} \text{ cm/s}$

nên $A = \sqrt{(-5\sqrt{2})^2 + \left(\frac{-10\pi\sqrt{2}}{2\pi}\right)^2} = 10 \text{ (cm)}$

Bước 4: Tìm φ .

Từ $\begin{cases} x = A \cos(\omega t + \varphi) \\ v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) \end{cases}$. Theo đề: Lúc $t = 2,5 \text{ s}$, $x = -5\sqrt{2} \text{ cm}$ và $v < 0$

Nên: $\begin{cases} -5\sqrt{2} = 10 \cos(2\pi \cdot 2,5 + \varphi) = -10 \cos \varphi \\ v = -\omega A \sin(2\pi \cdot 2,5 + \varphi) = \omega A \sin \varphi < 0 \end{cases}$

$\rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = \frac{\sqrt{2}}{2} \\ \sin \varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{4}$. Vậy: $x = 10\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$

Chọn đáp án B.

Ví dụ 4: Một chất điểm dao động điều hòa trên trục $x'Ox$. Lúc $t = 0$ chất điểm qua li độ $x = \sqrt{3} \text{ cm}$ và hướng về vị trí cân bằng O với gia tốc $a = -10\sqrt{3} \text{ m/s}^2$. Vận tốc cực đại của vật là 62,8 cm/s. Lấy $\pi^2 = 10$. Với phương trình chuyển động của vật có dạng $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ thì biên độ A và pha ban đầu φ là

- A. $A = 20 \text{ cm}$; $\varphi = -\frac{\pi}{6}$ B. $A = 20 \text{ cm}$; $\varphi = \frac{\pi}{6}$
C. $A = 2 \text{ cm}$; $\varphi = -\frac{\pi}{6}$ D. $A = 2 \text{ cm}$; $\varphi = \frac{\pi}{6}$

Giải

Bước 1: Tìm ω .

Từ $a = -\omega^2 x \rightarrow \omega = \sqrt{-\frac{a}{x}}$, với $\begin{cases} a = -10\sqrt{3} \text{ m/s}^2 = -1000\sqrt{3} \text{ cm/s}^2 \\ x = \sqrt{3} \text{ cm} \end{cases}$

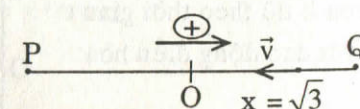
Nên: $\omega = \sqrt{\frac{1000\sqrt{3}}{\sqrt{3}}} = 10\pi \text{ (rad/s)}$

Bước 2: Tìm A.

Ta có: $v_{\max} = \omega A \rightarrow A = \frac{v_{\max}}{\omega} = \frac{62,8}{10\pi} = 2 \text{ (cm)}$

Bước 3: Tìm φ .

Từ $\begin{cases} x = A \cos(\omega t + \varphi) \\ v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) \end{cases}$



Lúc $t = 0, x = \sqrt{3} \text{ cm}$ và $v < 0$ (hình vẽ)

$$\text{Nên } \begin{cases} \sqrt{3} = 2 \cos \varphi \\ v = -\omega A \sin \varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = \frac{\sqrt{3}}{2} \\ \sin \varphi > 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = \frac{\pi}{6}$$

Tóm lại: $A = 2 \text{ cm}$ và $\varphi = \frac{\pi}{6}$. Chọn đáp án **D**.

Ví dụ 5: Một vật dao động điều hòa trên trục $x'Ox$ với thời gian từ lúc có độ lớn li độ cực tiểu tới lúc có li độ cực tiểu kế tiếp là $\Delta t = 0,125 \text{ (s)}$. Biết lúc vật qua li độ $x = -3 \text{ cm}$ thì vận tốc $v = 0$. Chọn gốc thời gian ($t = 0$) là lúc vật qua li độ cực tiểu. Phương trình chuyển động của vật là:

- A. $x = 3\cos(4\pi t) \text{ (cm)}$ B. $x = 3\cos(16\pi t) \text{ (cm)}$
C. $x = 3\cos(4\pi t + \pi) \text{ (cm)}$ D. $x = 3\cos(16\pi t + \pi) \text{ (cm)}$

Giải

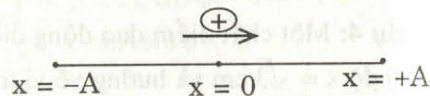
Bước 1: Phương trình chuyển động của vật có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Bước 2: Tìm ω .

Chú ý:

+ Độ lớn li độ cực tiểu là: $x = 0$.

+ Li độ cực tiểu là: $x = -A$.



Vậy theo đề: $\frac{T}{4} = \Delta t = 0,125 \text{ (s)} \rightarrow T = 4 \cdot 0,125 = 0,5 \text{ (s)}$

$$\rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,5} = 4\pi \text{ (rad/s)}$$

Bước 3: Tìm φ .

Theo đề: $t = 0, x = -A = -3 \text{ (cm)}$ (trường hợp $x = \pm A$ thì không kèm điều kiện $v > 0$ hay $v < 0$)

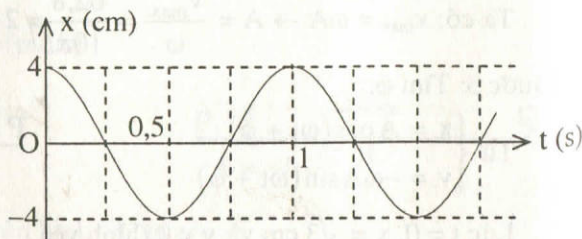
Ta được: $-A = A\cos\varphi \rightarrow \cos\varphi = -1 \rightarrow \varphi = \pi$.

Vậy: $x = 3\cos(4\pi t + \pi) \text{ (cm)}$. Chọn đáp án **C**.

Ghi nhớ: Với phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ thì:

- a. Lúc $t = 0, x = +A \rightarrow \varphi = 0$ b. Lúc $t = 0, x = -A \rightarrow \varphi = \pi$
c. Lúc $t = 0, x = 0$ và $v > 0 \rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$ d. Lúc $t = 0, x = 0$ và $v < 0 \rightarrow \varphi = +\frac{\pi}{2}$

Ví dụ 6: Hình vẽ sau đây là đồ thị của li độ theo thời gian t của vật dao động điều hòa:



Phương trình chuyển động của vật là

- A. $x = 4 \cos(2\pi t) \text{ (cm)}$ B. $x = 4 \cos(2\pi t) \text{ (cm)}$
C. $x = 2\cos(\pi t) \text{ (cm)}$ D. $x = 4\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$

Giải

Căn cứ vào các giá trị của t và x cho trên đồ thị để tìm các đại lượng ω, A, φ như các ví dụ trước.

Bước 1: Phương trình chuyển động của vật có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi) (*)$

Bước 2: Tìm ω .

$$\text{Đồ thị cho biết: } T = 1 \text{ (s)} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi \text{ (rad/s)}$$

Bước 3: Tìm A .

Đồ thị cho: $A = x_{\max} = 4 \text{ (cm)}$

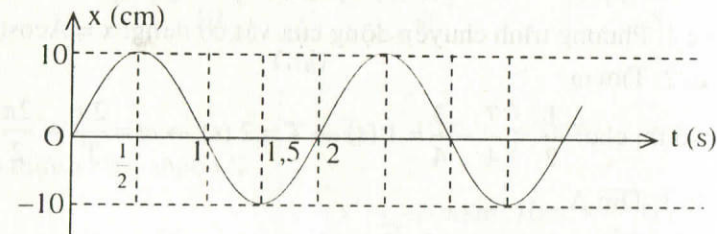
Bước 4: Tìm φ .

Đồ thị cho: Lúc $t = 0$ thì $x = 4 \text{ (cm)}$

$$(*) \rightarrow 4 = 4\cos\varphi \rightarrow \cos\varphi = 1 \rightarrow \varphi = 0$$

Vậy $x = 4\cos(2\pi t) \text{ (cm)}$. Chọn đáp án **A**.

Ví dụ 7: Một vật dao động điều hòa với li độ x được biểu diễn bằng đồ thị như hình vẽ:



Phương trình chuyển động của vật là:

- A. $x = 10\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$ B. $x = 10\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$
C. $x = 10\cos(2\pi t) \text{ (cm)}$ D. $x = 10\cos(2\pi t + \pi) \text{ (cm)}$

Giải

Bước 1: Phương trình chuyển động của vật có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi) (*)$

Bước 2: Tìm ω .

$$\text{Đồ thị cho: } T = 2 \text{ (s)} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi \text{ (rad/s)}$$

Bước 3: Tìm A .

Đồ thị cho: $A = x_{\max} = 10 \text{ (cm)}$

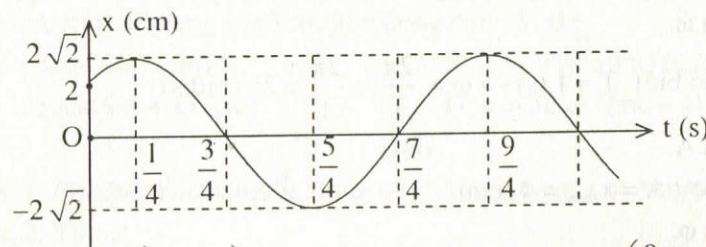
Bước 4: Tìm φ .

Đồ thị cho: Lúc $t = \frac{1}{2}$ s thì $x = 10$ cm nên

$$(*) \rightarrow 10 = 10\cos\left(\pi \cdot \frac{1}{2} + \varphi\right) \rightarrow \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) = 1 \rightarrow \varphi + \frac{\pi}{2} = 0 \rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$$

Vậy: $x = 10\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm). Chọn đáp án B.

Ví dụ 8: Một vật dao động điều hòa có đồ thị của li độ x theo thời gian t là hình sin như hình vẽ. Phương trình chuyển động của vật là:



- A. $x = 2\sqrt{2} \sin\left(\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (cm) B. $x = 2\sqrt{2} \sin\left(\frac{8\pi}{7}t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm)
C. $x = 2\sqrt{2} \sin\left(\frac{8\pi}{7}t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm) D. $x = 2\sqrt{2} \sin\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm)

Giải

Bước 1: Phương trình chuyển động của vật có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ (*)

Bước 2: Tìm ω .

$$\text{Đồ thị cho: } \frac{T}{2} = \frac{7}{4} - \frac{3}{4} = 1 \text{ (s)} \rightarrow T = 2 \text{ (s)} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi \text{ (rad/s)}$$

Bước 3: Tìm A .

$$\text{Đồ thị cho: } A = x_{\max} = 2\sqrt{2} \text{ (cm)}$$

Bước 4: Tìm φ .

$$\text{Đồ thị cho: Lúc } t = \frac{1}{4} \text{ s thì } x = 2\sqrt{2} \text{ (cm) nên:}$$

$$(*) \rightarrow 2\sqrt{2} = 2\sqrt{2} \cos\left(\pi \cdot \frac{1}{4} + \varphi\right)$$

$$\rightarrow \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{4}\right) = 1 \rightarrow \varphi + \frac{\pi}{4} = 0 \rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{4}$$

$$\text{Vậy: } x = 2\sqrt{2} \cos\left(\pi t - \frac{\pi}{4}\right) = 2\sqrt{2} \sin\left(\pi t - \frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2}\right) = 2\sqrt{2} \sin\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm). Chọn đáp án D.}$$

Dạng 5: XÁC ĐỊNH THỜI ĐIỂM VẬT QUA VỊ TRÍ VÀ CHIỀU ĐÃ BIẾT

Bước 1: Viết các phương trình x và v theo t : $\begin{cases} x = A\cos(\omega t + \varphi) \\ v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi) \end{cases}$

Bước 2: Nếu vật qua x_0 và đi theo chiều dương thì:

$$(1) \begin{cases} x_0 = A\cos(\omega t + \varphi) \\ v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi) > 0 \end{cases}$$

Nếu vật qua x_0 và đi theo chiều âm thì:

$$(2) \begin{cases} x_0 = A\cos(\omega t + \varphi) \\ v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi) < 0 \end{cases}$$

Bước 3: Giải (1) hoặc (2) ta tìm được t theo k (với $k = 0; \pm 1; \pm 2; \dots$)

Bước 4: Kết hợp với điều kiện của t ta sẽ tìm được giá trị k thích hợp và tính được t .

Ví dụ 1: Một vật dao động điều hòa trên trục $x'Ox$ với phương trình:

$$x = 2\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm).}$$

Thời điểm đầu tiên kể từ $t = 0$ vật qua li độ $x = \sqrt{2}$ cm theo chiều dương là

- A. $t = \frac{1}{2}$ s. B. $t = \frac{1}{10}$ s. C. $t = \frac{1}{8}$ s. D. $t = \frac{1}{5}$ s.

Giải

Bước 1: Biểu thức x và v theo t là: $\begin{cases} x = 2\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)} \\ v = x' = -20\pi\sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm/s)} \end{cases}$

Bước 2: Vật qua $x = \sqrt{2}$ cm và đi theo chiều dương nên:

$$\begin{cases} \sqrt{2} = 2\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \\ v = -20\pi\sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right) > 0 \end{cases}$$

Bước 3: Tính t .

$$\begin{cases} \cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{1}{\sqrt{2}} \\ \sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right) < 0 \end{cases} \rightarrow 10\pi t + \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{4} + k2\pi \rightarrow t = -\frac{3}{40} + \frac{2}{10}k$$

(với $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$)

Bước 4: Tính k và thời điểm t .

- Thời điểm t cần tìm bắt đầu từ $t = 0$ nên :

$$(*) t = -\frac{3}{40} + \frac{2}{10}k \geq 0 \rightarrow k \geq \frac{3}{8} \text{ tức } k = 1, 2, 3, \dots$$

- Vì lần đầu tiên nên chọn $k = 1$.

- Thế $k = 1$ vào $(*)$: $t = -\frac{3}{40} + \frac{2}{10} \cdot 1 = \frac{5}{40} = \frac{1}{8} \text{ (s)}$. Chọn đáp án C.

Ví dụ 2: Một vật dao động điều hòa với phương trình chuyển động :

$$x = 10\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{3}\right) \text{ (cm)}. \text{ Thời điểm vật qua } x = -5\text{cm} \text{ và đi ra xa vị trí cân}$$

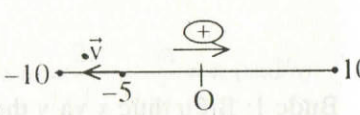
bằng lần thứ hai kể từ lúc $t = 2\text{s}$ là :

A. $t = 0,5\text{s}$. B. $t = 1,5\text{s}$. C. $t = 2,5\text{s}$. D. $t = 3,5\text{s}$.

Giải

$$\text{Bước 1: Biểu thức } x \text{ và } v \text{ theo } t : \begin{cases} x = 10\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{3}\right) \text{ (cm)} \\ v = -20\pi\sin\left(2\pi t - \frac{\pi}{3}\right) \text{ (cm/s)} \end{cases}$$

Bước 2: Vật qua $x = -5\text{cm}$ và đi ra xa vị trí cân bằng tức đi theo chiều âm

$$\text{(hình vẽ) nên : } \begin{cases} -5 = 10\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{3}\right) \\ v = -20\pi\sin\left(2\pi t - \frac{\pi}{3}\right) < 0 \end{cases}$$


Bước 3: Tính t .

$$\begin{cases} \cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{3}\right) = -\frac{1}{2} \\ \sin\left(2\pi t - \frac{\pi}{3}\right) > 0 \end{cases}$$

$$\rightarrow 2\pi t - \frac{\pi}{3} = \frac{2\pi}{3} + k2\pi \rightarrow t = \frac{1}{2} + k \text{ (s) với } k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (*)$$

Bước 4: Tính k và t .

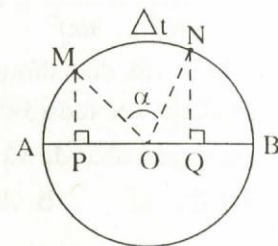
- Kể từ $t = 2\text{s}$ tức: $t = \frac{1}{2} + k \geq 2 \rightarrow k \geq 1,5 \rightarrow k = 2, 3, \dots$

- Lần thứ hai nên $k = 3$.

- Thế $k = 3$ vào $(*)$: $t = 3,5 \text{ (s)}$. Chọn đáp án D.

Dạng 6: ĐỊNH THỜI GIAN ĐỂ VẬT DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA GIỮA HAI ĐIỂM ĐÃ BIẾT

1. Liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều.



Điểm P dao động điều hòa trên đoạn thẳng AB luôn luôn có thể được coi là hình chiếu của một điểm M lên AB với M chuyển động tròn đều trên đường tròn đường kính AB.

2. Cách tính thời gian để vật dao động điều hòa từ P $\rightarrow$ Q trên đoạn thẳng AB (hình vẽ)

Bước 1: Vẽ đường tròn đường kính AB, trên đó lấy hai điểm M, N có hình chiếu trên AB là P và Q.

Bước 2: Tính góc $\widehat{MON} = \alpha$

Bước 3: Thời gian Δt để vật dao động điều hòa từ P $\rightarrow$ Q cũng là thời gian chuyển động tròn đều trên cung MN, thời gian này tỉ lệ với góc $\widehat{MON}$:

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\alpha \text{ (rad)}}{2\pi} = \frac{\alpha \text{ (độ)}}{360^\circ}$$

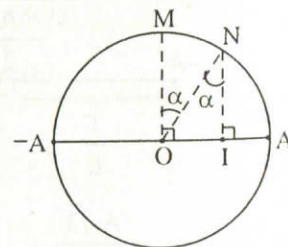
Với T là chu kỳ của vật dao động điều hòa cũng là chu kỳ chuyển động tròn đều.

Ví dụ 1: Một vật dao động điều hòa với biên độ A, chu kỳ T. Thời gian bé nhất để vật chuyển động từ vị trí cân bằng đến li độ $x = \frac{A}{2}$ là

A. $\frac{T}{8}$. B. $\frac{T}{4}$. C. $\frac{T}{6}$. D. $\frac{T}{12}$.

Giải

Bước 1: Vẽ đường tròn đường kính $2A$ tâm là O, trên đó lấy hai điểm M và N sao cho hình chiếu của nó trên đường kính là O (vị trí cân bằng) và I (có $x = \frac{A}{2}$).



Bước 2: Tính góc $\widehat{MON} = \alpha$

$$\text{Hình vẽ cho: } \sin \alpha = \frac{OI}{ON} = \frac{\frac{A}{2}}{A} = \frac{1}{2} \rightarrow \alpha = 30^\circ.$$

Bước 3: Gọi Δt là thời gian ngắn nhất để vật đi từ O $\rightarrow$ I thì đó cũng là thời gian để vật chuyển động tròn đều trên cung $\widehat{MN}$ với:

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\alpha}{360^\circ} = \frac{30^\circ}{360^\circ} = \frac{1}{12} \rightarrow \Delta t = \frac{T}{12}. \text{ Chọn đáp án D.}$$

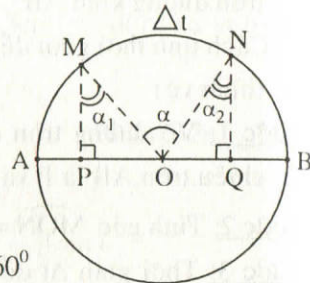
Ví dụ 2: Một vật dao động điều hòa trên đoạn thẳng AB với phương trình chuyển động: $x = 4\cos(5\pi t)$ (cm).

Thời gian ngắn nhất để vật đi từ li độ $x = -2\sqrt{3}$ cm đến $x = 2$ cm là:

- A. $\Delta t = 0,2s$. B. $\Delta t = 0,1s$. C. $\Delta t = 0,3s$. D. $\Delta t = 0,5s$.

Giải

Bước 1: Vẽ đường tròn đường kính AB = 8 cm, trên đó lấy hai điểm M và N sao cho hình chiếu của nó trên AB là P ($x_P = -2\sqrt{3}$ cm) và Q ($x_Q = 2$ cm).



Bước 2: Tính góc $\widehat{MON} = \alpha$

$$\text{Hình vẽ cho: } \sin \alpha_1 = \frac{OP}{OM} = \frac{2\sqrt{3}}{4} = \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \alpha_1 = 60^\circ$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{OQ}{ON} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2} \rightarrow \alpha_2 = 30^\circ$$

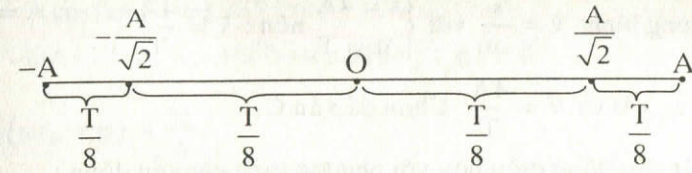
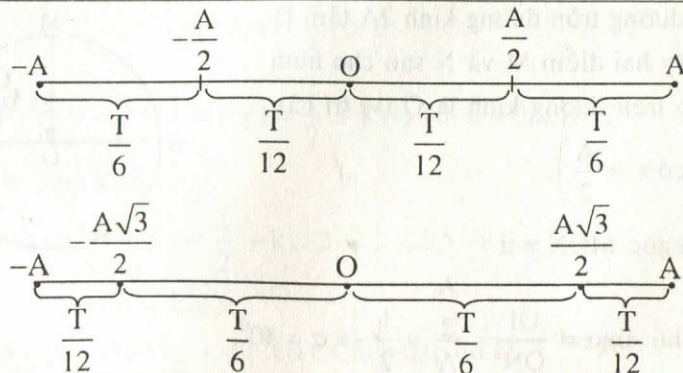
$$\text{Ta có: } \alpha = \alpha_1 + \alpha_2 = 60^\circ + 30^\circ = 90^\circ$$

Bước 3: Thời gian Δt bé nhất để vật dao động điều hòa từ P $\rightarrow$ Q cũng là thời gian để vật chuyển động tròn đều trên cung $\widehat{MN}$. Với:

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\alpha}{360^\circ} = \frac{90^\circ}{360^\circ} = \frac{1}{4} \rightarrow \Delta t = \frac{T}{4}$$

$$\text{Mà: } T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{5\pi} = 0,4 \text{ (s) nên: } \Delta t = \frac{0,4}{4} = 0,1 \text{ (s). Chọn đáp án B.}$$

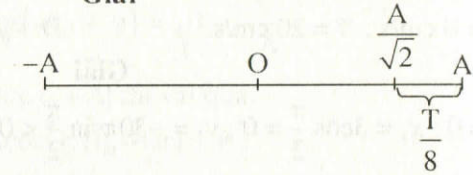
Ghi nhớ các kết quả thường gặp sau đây:



Ví dụ 3: Một vật dao động điều hòa với phương trình: $x = 2\sqrt{2}\cos 5\pi t$ (cm). Thời gian bé nhất giữa hai lần liên tiếp vật qua li độ $x = 2$ cm là:

- A. 0,05s. B. 0,1s. C. $\frac{1}{3}$ s. D. $\frac{2}{3}$ s.

Giải



$$\text{Nhận xét: } x = 2 \text{ cm} = \frac{A}{\sqrt{2}}$$

Theo hình vẽ thì thời gian bé nhất giữa hai lần liên tiếp vật qua $x = \frac{A}{\sqrt{2}}$ là

$$\Delta t = 2 \cdot \frac{T}{8} = \frac{T}{4}. \text{ Với } T = \frac{2\pi}{5\pi} = 0,4 \text{ (s). Vậy: } \Delta t = \frac{0,4}{4} = 0,1 \text{ (s). Chọn đáp án B.}$$

Dạng 7: VẬN TỐC TRUNG BÌNH – TỐC ĐỘ TRUNG BÌNH CỦA VẬT DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

• Vận tốc trung bình:

$$\text{Vận tốc trung bình} = \frac{\text{độ dài}}{\text{thời gian thực hiện độ dài}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

• Tốc độ trung bình:

$$\text{Tốc độ trung bình} = \frac{\text{Quãng đường đi được}}{\text{thời gian thực hiện quãng đường}} = \frac{S}{\Delta t}$$

Ví dụ 1: Vận tốc trung bình (v_{tb}) và tốc độ trung bình ($\bar{v}$) trong một chu kỳ của vật dao động điều hòa với biên độ A, chu kỳ T lần lượt là:

- A. $v_{tb} = \bar{v} = \frac{4A}{T}$ B. $v_{tb} = \bar{v} = 0$
C. $v_{tb} = 0$; $\bar{v} = \frac{4A}{T}$ D. $v_{tb} = \frac{4A}{T}$; $\bar{v} = 0$

Giải

• Vận tốc trung bình: $v_{tb} = \frac{x_2 - x_1}{\Delta t}$

Sau một chu kỳ thì vật trở về vị trí cũ tức $x_2 = x_1$, vậy: $v_{tb} = 0$

- Tốc độ trung bình: $\bar{v} = \frac{s}{\Delta t}$ với $\begin{cases} s = 4A \\ \Delta t = T \end{cases}$ nên: $\bar{v} = \frac{4A}{T}$

Tóm lại: $v_{tb} = 0$ và $\bar{v} = \frac{4A}{T}$. Chọn đáp án C.

Ví dụ 2: Một vật dao động điều hòa với phương trình chuyển động:

$$x = 3\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}. \text{ Vận tốc trung bình } (v_{tb}) \text{ và tốc độ trung bình } (\bar{v})$$

trong $\frac{3}{4}$ chu kỳ kể từ lúc $t = 0$ là

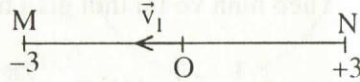
- A. $v_{tb} = 20 \text{ cm/s}$; $\bar{v} = 60 \text{ cm/s}$.
 B. $v_{tb} = 60 \text{ cm/s}$; $\bar{v} = 20 \text{ cm/s}$.
 C. $v_{tb} = 0 \text{ cm/s}$; $\bar{v} = 20 \text{ cm/s}$.
 D. $v_{tb} = 20 \text{ cm/s}$; $\bar{v} = 20 \text{ cm/s}$.

Giải

$$\text{Lúc } t = 0: x_1 = 3\cos\frac{\pi}{2} = 0; v_1 = -30\pi\sin\frac{\pi}{2} < 0$$

Vậy lúc $t = 0$ vật qua O và đi theo chiều âm.

Sau $\frac{3}{4}$ chu kỳ vật đến N ($x_2 = +3\text{cm}$)



$$\text{Vận tốc trung bình: } v_{tb} = \frac{x_2 - x_1}{\Delta t}, \text{ với } T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{10\pi} = 0,2 \text{ (s)}$$

$$\Delta t = \frac{3}{4}T = \frac{3}{4} \cdot 0,2 = 0,15 \text{ (s)}. \text{ Vậy: } v_{tb} = \frac{3 - 0}{0,15} = 20 \text{ (cm/s)}$$

$$\text{Tốc độ trung bình: } \bar{v} = \frac{S}{\Delta t} = \frac{3A}{\Delta t} = \frac{3 \cdot 3}{0,15} = 60 \text{ (cm/s)}$$

Vậy: $v_{tb} = 20 \text{ (cm/s)}$ và $\bar{v} = 60 \text{ (cm/s)}$. Chọn đáp án A.

Dạng 8: LÚC ĐẦU VẬT QUA VỊ TRÍ ĐÃ BIẾT x_0 . TÌM VỊ TRÍ CỦA VẬT SAU THỜI GIAN Δt

Xét 3 trường hợp:

- Nếu $\frac{\Delta t}{T} = K$ với $K = 1, 2, 3, \dots$ thì sau thời gian Δt vật trở lại vị trí cũ x_0 .
- Nếu $\frac{\Delta t}{T} = K + \frac{1}{2}$ với $K = 0, 1, 2, \dots$ thì sau thời gian Δt vật qua li độ $x = -x_0$
(tức đối xứng qua vị trí cân bằng)
- Nếu $\frac{\Delta t}{T} \neq K$ (hoặc $K + \frac{1}{2}$) thì lần lượt thực hiện các bước sau:

Bước 1: Nếu lúc đầu (gọi là t_0) vật qua vị trí x_0 và đi theo chiều dương thì:

$$\begin{cases} x_0 = A\cos(\omega t_0 + \varphi) \\ v = -\omega A\sin(\omega t_0 + \varphi) > 0 \rightarrow \sin(\omega t_0 + \varphi) < 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \cos(\omega t_0 + \varphi) = \frac{x_0}{A} \\ \sin(\omega t_0 + \varphi) = -\sqrt{1 - \left(\frac{x_0}{A}\right)^2} \end{cases}$$

Và đi theo chiều âm thì:

$$\begin{cases} \cos(\omega t_0 + \varphi) = \frac{x_0}{A} \\ \sin(\omega t_0 + \varphi) = \sqrt{1 - \left(\frac{x_0}{A}\right)^2} \end{cases}$$

Bước 2: Sau thời gian Δt tức lúc $t_0 + \Delta t$ thì vật qua:

$$x = A\cos[\omega(t_0 + \Delta t) + \varphi]$$

Bước 3: Khai triển x và kết hợp với các biểu thức trên sẽ tính được x .

Ví dụ 1: Một chất điểm dao động điều hòa với chu kỳ $T = 0,2\text{s}$. Vào lúc nào đó chất điểm qua li độ $x = 3 \text{ cm}$ thì sau lúc đó 1s nó qua li độ:

- A. $x = 0$.
 B. $x = -3\text{cm}$.
 C. $x = 3 \text{ cm}$.
 D. $x = 6 \text{ cm}$.

Giải

$$\text{Ta có: } \frac{\Delta t}{T} = \frac{1}{0,2} = 5$$

$\rightarrow \Delta t = 5 \cdot T$: Sau 5 chu kỳ chất điểm trở lại vị trí cũ tức $x = 3 \text{ cm}$.

Chọn đáp án C.

Ví dụ 2: Phương trình chuyển động của một vật là: $x = 10\cos(10t) \text{ (cm)}$. Vào lúc nào đó vật qua li độ $x = 5 \text{ cm}$ thì sau lúc đó $1,57\text{s}$ vật qua li độ:

- A. $x = -5\text{cm}$.
 B. $x = 5\text{cm}$.
 C. $x = -2,5\text{cm}$.
 D. $x = 2,5\text{cm}$.

Giải

$$\text{Chu kỳ: } T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{10} = 0,628 \text{ (s)}. \text{ Ta có: } \frac{\Delta t}{T} = \frac{1,57}{0,628} = 2,5$$

$\rightarrow \Delta t = 2,5 \cdot T$: Sau 2,5 chu kỳ vật qua li độ $x = -5\text{cm}$. Chọn đáp án A.

Ví dụ 3: Một vật dao động điều hòa với phương trình chuyển động:

$$x = 3\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ (cm)}. \text{ Vào lúc nào đó vật qua li độ } x = 1 \text{ cm và đi theo}$$

chiều dương thì sau lúc đó $\frac{1}{8}\text{s}$ vật qua li độ:

- A. $x = 1\text{cm}$.
 B. $x = -1\text{cm}$.
 C. $x \approx -2,7\text{cm}$.
 D. $x \approx +2,7\text{cm}$.

Giải

$$\text{Chu kì : } T = \frac{2\pi}{2\pi} = 1s ; \frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{1}{8}}{1} = \frac{1}{8} \rightarrow \Delta t = \frac{T}{8}$$

Δt không bằng $k.T$ hoặc $\left(k + \frac{1}{2}\right)T$ nên ta lần lượt theo các bước sau:

Bước 1: Gọi lúc đầu là t_0 thì:

$$\begin{cases} 1 = 3\cos\left(2\pi t_0 - \frac{\pi}{6}\right) \\ v = -6\pi\sin\left(2\pi t_0 - \frac{\pi}{6}\right) > 0 \rightarrow \sin\left(2\pi t_0 - \frac{\pi}{6}\right) < 0 \end{cases}$$

$$\cos\left(2\pi t_0 - \frac{\pi}{6}\right) = \frac{1}{3} \quad (1)$$

$$\sin\left(2\pi t_0 - \frac{\pi}{6}\right) = -\sqrt{1 - \left(\frac{1}{3}\right)^2} = -\frac{2\sqrt{2}}{3} \quad (2)$$

Bước 2: Sau lúc đầu $\frac{1}{8}s$ tức lúc $\left(t_0 + \frac{1}{8}\right)$ thì:

$$x = 3\cos\left[2\pi\left(t_0 + \frac{1}{8}\right) - \frac{\pi}{6}\right] \rightarrow x = 3\cos\left[\left(2\pi t_0 - \frac{\pi}{6}\right) + \frac{\pi}{4}\right]$$

Bước 3: Tính x .

Áp dụng: $\cos(\alpha + \beta) = \cos\alpha \cdot \cos\beta - \sin\alpha \cdot \sin\beta$

$$\begin{aligned} \text{Ta được : } x &= 3\left[\cos\left(2\pi t_0 - \frac{\pi}{6}\right) \cdot \cos\frac{\pi}{4} - \sin\left(2\pi t_0 - \frac{\pi}{6}\right) \cdot \sin\frac{\pi}{4}\right] \\ &= 3\left[\frac{1}{3} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - \left(-\frac{2\sqrt{2}}{3}\right) \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}\right] = \frac{\sqrt{2}}{2} + 2 \approx 2,7 \text{ (cm)} \end{aligned}$$

Vậy chọn đáp án **D**.

Dạng 9: TÍNH QUÃNG ĐƯỜNG ĐI

Bước 1: Viết lại hai phương trình x và v :

$$(*) \begin{cases} x = A\cos(\omega t + \varphi) \\ v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi) \end{cases}$$

Bước 2: Thế $t = t_1$ vào (*) để tìm x_1 và v_1 .

Bước 3: Thế $t = t_2$ vào (*) để tìm $x = x_2$ và $v = v_2$.

Bước 4: Tính chu kì T và thời gian vật chuyển động với $\Delta t = t_2 - t_1$

Tìm được: $\Delta t = n.T + \Delta t_0$ với $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

Bước 5: Tính quãng đường đi được S .

Quãng đường S gồm quãng đường đi trong n chu kì là $S_1 = n.4A$ và quãng đường đi S_2 trong thời gian Δt_0 còn lại: $S = S_1 + S_2$.

Ví dụ 1: Một vật dao động điều hòa thẳng với phương trình: $x = 6\cos(2\pi t)$ (cm)

Độ dài quãng đường mà vật đi được từ lúc $t_1 = 0$ đến lúc $t_2 = \frac{2}{3}s$ là:

- A. $s = 3$ cm. B. $s = 6$ cm. C. $s = 9$ cm. D. $s = 15$ cm.

GIẢI

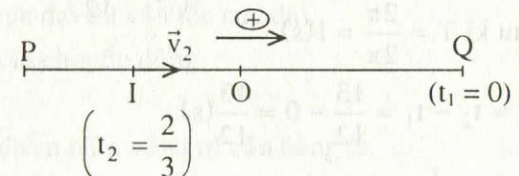
$$\text{Bước 1: } \begin{cases} x = 6\cos(2\pi t) \text{ (cm)} \\ v = -12\pi\sin(2\pi t) \text{ (cm/s)} \end{cases}$$

$$\text{Bước 2: Lúc } t_1 = 0 \begin{cases} x_1 = 6\cos 0 = 6 \text{ (cm)} \\ v_1 = -12\pi\sin 0 = 0 \end{cases}$$

Lúc này vật dừng lại ở điểm biên Q (hình vẽ)

$$\text{Bước 3: Lúc } t_2 = \frac{2}{3}s \begin{cases} x_2 = 6\cos\frac{4\pi}{3} = -3 \text{ cm} \\ v_2 = -12\pi\sin\frac{4\pi}{3} > 0 \end{cases}$$

Lúc này vật qua I ($x_1 = -3$ cm) và đang đi theo chiều dương (hình vẽ)



$$\text{Bước 4: Ta có : } \begin{cases} T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{2\pi} = 1 \text{ (s)} \\ \Delta t = t_2 - t_1 = \frac{2}{3} - 0 = \frac{2}{3} \text{ (s)} \end{cases} \text{ . Vậy : } \Delta t = 0.T + \frac{2}{3}$$

Bước 5: Quãng đường đi của vật trong thời gian Δt chính là quãng đường vật đi chuyển từ Q ($t_1 = 0$) đến P rồi đến I với: $S = QP + PI = 2.6 + 3 = 15$ (cm)

Chọn đáp án **D**.

Ví dụ 2: Một vật dao động điều hòa thẳng với phương trình chuyển động:

$x = 4\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm). Độ dài quãng đường mà vật đi được trong khoảng

thời gian $\frac{13}{12}s$. Kể từ lúc $t = 0$ là

- A. $S = 2$ cm. B. $S = 18$ cm. C. $S = 22$ cm. D. $S = 6$ cm.

Giải

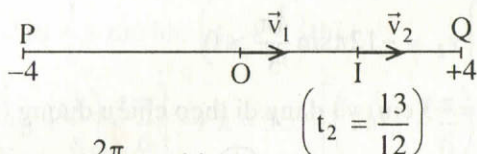
Bước 1:
$$\begin{cases} x = 4\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right) (\text{cm}) \\ v = -8\pi\sin\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right) (\text{cm/s}) \end{cases}$$

Bước 2: Lúc $t = 0$
$$\begin{cases} x_1 = 4\cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) = 0 \\ v_1 = -8\pi\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) > 0 \end{cases}$$

Lúc này vật qua vị trí cân bằng O và theo chiều dương (hình vẽ).

Bước 3: Lúc $t = \frac{13}{12} \text{ s}$
$$\begin{cases} x_2 = 4\cos\left(\frac{10\pi}{6}\right) = 2 (\text{cm}) \\ v_2 = -8\pi\sin\left(\frac{10\pi}{6}\right) > 0 \end{cases}$$

Lúc này vật qua $x = +2\text{cm}$ và đi theo chiều dương (hình vẽ)



Bước 4:
$$\begin{cases} \text{Chu kỳ } T = \frac{2\pi}{2\pi} = 1 (\text{s}) \\ \Delta t = t_2 - t_1 = \frac{13}{12} - 0 = \frac{13}{12} (\text{s}) \end{cases}$$

Vậy: $\Delta t = T + \frac{1}{12} (\text{s})$

Bước 5: Quãng đường S đi được gồm:

- Quãng đường S_1 đi được trong 1 chu kỳ đầu tiên: $S_1 = 1.4A = 4.4 = 16 (\text{cm})$
- Quãng đường S_2 vật đi được trong $\frac{1}{12} \text{ s}$ là: $S_2 = OI = 2 (\text{cm})$

Vậy: $S = S_1 + S_2 = 18 (\text{cm})$. Chọn đáp án B.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

6.1 Câu nào sau đây là sai?

- A. Vị trí cân bằng của một vật dao động thường là vị trí của vật khi đứng yên.
- B. Chuyển động qua lại vị trí cân bằng gọi là dao động cơ.
- C. Dao động tuần hoàn là dao động mà sau một khoảng thời gian vật trở lại vị trí cũ.

D. Dao động điều hòa là dao động trong đó li độ của vật là một hàm cosin (hay sin) của thời gian.

6.2 Chu kỳ T của vật dao động điều hòa là

- A. khoảng thời gian để vật qua li độ x_0 (đã biết) đến khi trở lại li độ x_0 .
- B. khoảng thời gian để vật đi từ điểm biên này đến điểm biên kia.
- C. khoảng thời gian ngắn nhất để vật đi từ điểm biên này đến điểm biên kia.
- D. khoảng thời gian ngắn nhất sau đó trạng thái dao động lặp lại như cũ.

6.3 Một vật dao động điều hòa với biên độ A, chu kỳ T thì

- A. thời gian giữa hai lần liên tiếp vật có độ lớn vận tốc cực đại là T.
- B. thời gian giữa hai lần liên tiếp vật có vận tốc cực tiểu là T.
- C. quãng đường bé nhất từ điểm có độ lớn li độ cực tiểu đến điểm có li độ cực đại là $2A$.
- D. quãng đường bé nhất giữa hai điểm khác nhau cùng có độ lớn li độ cực đại là $4A$.

6.4. Trong dao động điều hòa

- A. điểm có li độ cực tiểu thì vận tốc cực đại.
- B. điểm có gia tốc bằng 0 thì độ lớn vận tốc cực đại.
- C. điểm có li độ cực tiểu thì có gia tốc cực tiểu.
- D. điểm có gia tốc cực đại thì vận tốc cực đại.

6.5. Dao động điều hòa là chuyển động

- A. biến đổi đều.
- B. chậm dần khi từ điểm biên về vị trí cân bằng O.
- C. nhanh dần khi từ vị trí cân bằng O đi ra điểm biên.
- D. có vectơ gia tốc $\vec{a}$ luôn luôn hướng về vị trí cân bằng O.

6.6. Dao động điều hòa có vectơ gia tốc $\vec{a}$

- A. đổi chiều tại vị trí cân bằng O.
- B. đổi chiều tại điểm biên.
- C. cùng chiều với vectơ vận tốc khi đi theo chiều dương và ngược chiều khi đi theo chiều âm.
- D. cùng chiều với vectơ vận tốc khi đi ra khỏi vị trí cân bằng O và ngược chiều với vectơ vận tốc khi trở về vị trí cân bằng O.

6.7. Trong dao động điều hòa thì li độ x

- A. cùng pha với vận tốc v.
- B. ngược pha với vận tốc v.
- C. trễ pha hơn vận tốc v góc $\frac{\pi}{2}$.
- D. sớm pha hơn vận tốc v góc $\frac{\pi}{2}$.

- 6.8. Trong dao động điều hòa thì độ lớn gia tốc a
- tỉ lệ với độ lớn vận tốc v.
 - tỉ lệ nghịch với độ lớn vận tốc v.
 - tăng khi độ lớn vận tốc tăng và ngược lại.
 - giảm khi độ lớn vận tốc tăng và ngược lại.
- 6.9. Câu nào sau đây chưa đầy đủ khi nói về vật dao động điều hòa ?
- Với một biên độ đã cho thì pha là đại lượng xác định vị trí của vật.
 - Chu kì là thời gian để vật thực hiện được một dao động.
 - Tần số là số dao động toàn phần thực hiện được trong một giây.
 - Biên độ dao động là độ lệch cực đại của vật ra khỏi vị trí cân bằng.
- 6.10. Một vật dao động điều hòa với phương trình : $x = 10\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm)
- Trong thời gian 1,2s vật đi được quãng đường:
- s = 0,3m.
 - s = 1,2m.
 - s = 0,6m.
 - s = 1,8m.
- 6.11. Một vật dao động điều hòa với thời gian giữa hai lần có độ lớn vận tốc cực đại kế tiếp là 0,05s và quãng đường đi tương ứng là 4 cm. Tần số và biên độ dao động là:
- f = 10 Hz ; A = 2 cm.
 - f = 20 Hz ; A = 1 cm.
 - f = 5 Hz ; A = 4 cm.
 - f = 20 Hz ; A = 4 cm.
- 6.12. Một vật chuyển động tròn đều trên đường tròn đường kính 10 cm với tốc độ 1,57 m/s. Lấy $\pi = 3,14$. Hình chiếu của vật trên một đường kính của đường tròn dao động điều hòa với biên độ và chu kì :
- A = 5cm ; T = 0,4s.
 - A = 10cm ; T = 0,4s.
 - A = 5cm ; T = 0,2s.
 - A = 10cm ; T = 0,2s.
- 6.13. Một điểm dao động điều hòa trên đoạn thẳng dài 20 cm, thời gian chuyển động của điểm ấy từ đầu này đến đầu kia là 0,5s. Biết rằng điểm này là hình chiếu của một vật chuyển động tròn đều trên đường tròn có đường kính là đoạn thẳng nói trên. Vận tốc của vật là :
- v = 125,6 cm/s.
 - v = 62,8 cm/s.
 - v = 31,5 cm/s.
 - v = 56,4 cm/s.
- 6.14. Một vật dao động điều hòa với phương trình chuyển động :
- $$x = 4\cos\left(3\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$$
- (cm). Vận tốc của vật lúc có pha dao động bằng
- $\frac{\pi}{3}$
- là :
- v = -18,84 cm/s.
 - v = 3,46 cm/s.
 - v = 25,16 cm/s.
 - v = -32,63 cm/s.

- 6.15. Một vật dao động điều hòa với phương trình chuyển động :
- $$x = 6\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$$
- (cm). Thời điểm nào sau đây vận tốc của vật không phải là cực tiểu ?
- t = $\frac{1}{4}$ s.
 - t = $\frac{11}{8}$ s.
 - t = $\frac{19}{8}$ s.
 - t = $\frac{43}{8}$ s.
- 6.16. Một vật dao động điều hòa trên đoạn thẳng MN = 20 cm với thời gian chuyển động từ M → N là 0,25s. Độ lớn vận tốc của vật lúc qua điểm I cách đầu N 4 cm là :
- |v| = 25,72 cm/s.
 - |v| = 100,48 cm/s.
 - |v| = 164,86 cm/s.
 - |v| = 82,24 cm/s.
- 6.17. Một vật dao động điều hòa thẳng. Thời gian giữa 3 lần liên tiếp qua cùng một điểm là 0,5s với quãng đường đi được là 40 cm. Biết lúc t = 0 vật có vận tốc cực đại. Phương trình chuyển động của vật là:
- x = 5cos(8πt + π) (cm).
 - x = 5cos8πt (cm).
 - x = 10cos(4πt + π) (cm).
 - x = 10cos4πt (cm).
- 6.18. Đưa vật ra khỏi vị trí cân bằng O 2 cm về phía chiều âm của trục tọa độ x'Ox. Lúc t = 0 truyền cho vật vận tốc có độ lớn 62,8 cm/s hướng về vị trí cân bằng O thì vật sẽ dao động điều hòa với tần số f = 5 Hz. Phương trình chuyển động của vật là :
- x = 2cos $\left(10\pi t + \frac{3\pi}{4}\right)$ (cm)
 - x = 2cos $\left(10\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm)
 - x = 2 $\sqrt{2}$ cos $\left(10\pi t + \frac{3\pi}{4}\right)$ (cm)
 - x = 2 $\sqrt{2}$ cos $\left(10\pi t + \frac{5\pi}{4}\right)$ (cm)
- 6.19. Một vật dao động điều hòa trên trục x'Ox. Lúc t = 0 vật qua li độ x = 2 $\sqrt{3}$ cm hướng về vị trí cân bằng O với độ lớn vận tốc 12,56 cm/s và độ lớn gia tốc là 80 $\sqrt{3}$ cm/s². Lấy $\pi = 3,14$ và $\pi^2 \approx 10$. Phương trình chuyển động của vật là:
- x = 5cos $\left(4\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (cm).
 - x = 4cos $\left(2\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm).
 - x = 5cos $\left(2\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm).
 - x = 4cos $\left(4\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (cm).
- 6.20. Vận tốc cực đại và gia tốc cực đại của một vật dao động điều hòa lần lượt là 3,14 cm/s và 2 cm/s² $\approx 0,2\pi^2$ cm/s². Lúc t = 10s vật đang đi ra xa vị trí cân bằng O theo chiều dương với vận tốc có độ lớn $\frac{\sqrt{2}}{2}\pi$ cm/s.
- Phương trình chuyển động của vật là

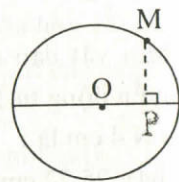
A. $x = 5\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm)

B. $x = 2\cos\left(\frac{\pi}{5}t + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm)

C. $x = 5\cos\left(\frac{\pi}{5}t - \frac{\pi}{4}\right)$ (cm)

D. $x = 2\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (cm)

- 6.21. Điểm M chuyển động tròn đều trên đường tròn tâm O có đường kính dài 20 cm với tốc độ 30 vòng/phút. P là hình chiếu của M xuống một đường kính của đường tròn như hình vẽ sẽ



- A. chuyển động thẳng đều với vận tốc 3,14 cm/s.
B. dao động điều hòa với biên độ 20 cm, chu kỳ 3,14s.
C. dao động điều hòa với biên độ 10 cm, chu kỳ 1s.
D. dao động điều hòa với biên độ 10 cm, chu kỳ 2s.

- 6.22. Một vật dao động điều hòa trên đoạn thẳng với thời gian giữa hai lần có vận tốc cực đại và cực tiểu liên tiếp là 0,125s và quãng đường đi được tương ứng là 12 cm. Biết lúc $t = 0$ vật có vận tốc cực tiểu. Nếu phương trình chuyển động của vật có dạng $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ thì

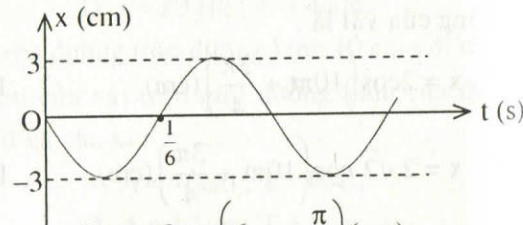
A. $\omega = 8\pi$ rad/s ; $A = 6$ cm ; $\varphi = \frac{\pi}{2}$.

B. $\omega = 4\pi$ rad/s ; $A = 3$ cm ; $\varphi = -\frac{\pi}{2}$.

C. $\omega = 16\pi$ rad/s ; $A = 12$ cm ; $\varphi = 0$.

D. $\omega = 16\pi$ rad/s ; $A = 12$ cm ; $\varphi = \pi$.

- 6.23. Đồ thị li độ x theo t của vật dao động điều hòa như hình vẽ. Phương trình chuyển động của vật là



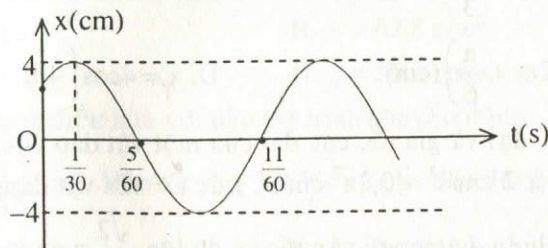
A. $x = 3\cos(12\pi t)$ (cm)

B. $x = 3\cos\left(6\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm)

C. $x = 3\cos\left(12\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm)

D. $x = 3\cos\left(6\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm)

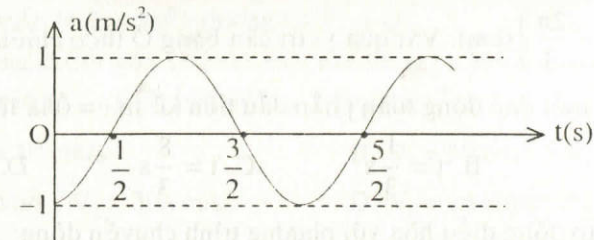
- 6.24. Đồ thị li độ x theo t của một vật dao động điều hòa như hình vẽ.



Vào lúc $t = 0$ vật qua li độ

- A. $x = 3$ cm. B. $x = 2\sqrt{2}$ cm. C. $2\sqrt{3}$ cm. D. $x = 2$ cm.

- 6.25. Đồ thị gia tốc a của vật dao động điều hòa theo t như hình vẽ:



Lấy $\pi^2 = 10$. Vận tốc của vật lúc $t = \frac{1}{4}$ s là:

A. $v = 22,2$ cm/s.

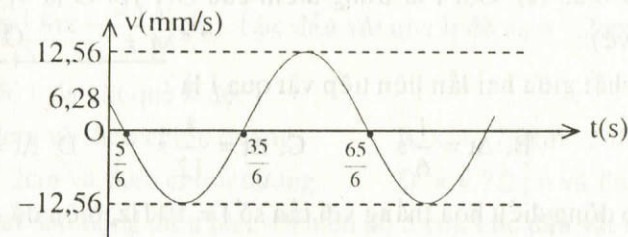
B. $v = 0$.

C. $v = 10,5$ cm/s.

D. $v = 4,8$ cm/s.

- 6.26. Đồ thị vận tốc V theo t của vật dao động điều hòa như hình vẽ :

Phương trình li độ x theo t của vật là



A. $x = 12,56\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (mm).

B. $x = 12,56\cos\left(\frac{\pi}{5}t + \frac{\pi}{3}\right)$ (mm).

C. $x = 20\cos\left(\frac{\pi}{5}t - \frac{\pi}{6}\right)$ (mm).

D. $x = 20\cos\left(\frac{\pi}{5}t + \frac{\pi}{6}\right)$ (mm).

- 6.27. Một vật chuyển động với phương trình : $x = 5\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm). Vật qua vị trí cân bằng vào lúc

A. $t = 0$

B. $t = \frac{1}{12} + \frac{k}{2}$ (s)

C. $t = \frac{-1}{12} + k$ (s)

D. $t = -\frac{1}{6} + \frac{k}{2}$ (s)

- 6.28. Một vật dao động điều hòa với phương trình chuyển động :

$x = 2\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm). Thời điểm để vật qua li độ $x = \sqrt{3}$ cm theo chiều âm lần đầu tiên kể từ thời điểm $t = 2$ s là

A. $t = \frac{27}{12}$ s

B. $t = \frac{4}{3}$ s

C. $t = \frac{7}{3}$ s

D. $t = \frac{10}{3}$ s

6.29. Một vật dao động điều hòa với phương trình chuyển động :

$x = 6\cos\left(\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)$ (cm). Vật qua vị trí cân bằng O theo chiều dương khi chưa thực hiện đủ một dao động toàn phần đầu tiên kể từ $t = 0$ là lúc

- A. $t = \frac{5}{6}$ s B. $t = \frac{1}{3}$ s C. $t = \frac{8}{3}$ s D. $t = \frac{5}{3}$ s

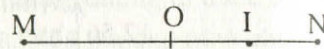
6.30. Một vật dao động điều hòa với phương trình chuyển động:

$x = 4\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm). Trong khoảng thời gian 9s kể từ $t = 0$ vật đã qua li

độ $x = -2$ cm và hướng ra xa vị trí cân bằng O

- A. 12 lần. B. 28 lần. C. 17 lần. D. 23 lần.

6.31. Một vật dao động điều hòa trên đoạn thẳng MN với thời gian chuyển động từ M đến N là 0,25 (s). Gọi I là trung điểm của ON với O là vị trí cân bằng của vật (hình vẽ).



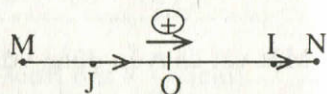
Thời gian bé nhất giữa hai lần liên tiếp vật qua I là :

- A. $\Delta t = \frac{1}{8}$ s B. $\Delta t = \frac{1}{6}$ s C. $\Delta t = \frac{1}{12}$ s D. $\Delta t = \frac{1}{3}$ s

6.32. Một vật dao động điều hòa thẳng với tần số $f = 10$ Hz, biên độ A. Thời gian ngắn nhất giữa hai lần vật qua $x_1 = -\frac{A}{2}$ và $x_2 = +\frac{A}{2}$ nhưng trái chiều là:

- A. $\Delta t = \frac{1}{60}$ s B. $\Delta t = 0,1$ s C. $\Delta t = \frac{1}{120}$ s D. $\Delta t = 0,05$ s

6.33. Một vật dao động điều hòa trên đoạn thẳng MN = 20 cm với chu kỳ $T = 2$ s.



Gọi I và J là hai điểm có li độ $x_1 = 5\sqrt{3}$ cm và $x_2 = -5$ cm. Thời gian bé nhất để vật chuyển động từ I $\rightarrow$ J, biết rằng chúng qua hai điểm này cùng theo chiều dương là:

- A. $\Delta t = 1,5$ s. B. $\Delta t = 0,5$ s. C. $\Delta t = 1,0$ s. D. $\Delta t = 1,2$ s.

6.34. Một vật dao động điều hòa với phương trình chuyển động:

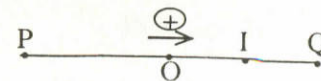
$x = 8\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{12}\right)$ (cm). Vận tốc trung bình (v_{tb}) và tốc độ trung bình ($\bar{v}$) của

vật sau hai dao động toàn phần là:

- A. $v_{tb} = \bar{v} = 0$. B. $v_{tb} = \bar{v} = 160$ cm/s.
C. $v_{tb} = 0$; $\bar{v} = 80$ cm/s. D. $v_{tb} = 80$ cm/s ; $\bar{v} = 0$.

6.35. Một vật dao động điều hòa từ P $\rightarrow$ Q với PQ = 20 cm, thời gian mỗi dao động toàn phần là 2s, chiều dương từ P $\rightarrow$ Q.

Gọi I là trung điểm của OQ thì vận tốc trung bình của vật từ O $\rightarrow$ I ($\bar{v}_1$) và từ I $\rightarrow$ J ($\bar{v}_2$) là:



- A. $\bar{v}_1 = \bar{v}_2 = 10$ cm/s. B. $\bar{v}_1 = 30$ cm/s ; $\bar{v}_2 = 15$ cm/s.
C. $\bar{v}_1 = 15$ cm/s ; $\bar{v}_2 = 30$ cm/s. D. $\bar{v}_1 = 15$ cm/s ; $\bar{v}_2 = 7,5$ cm/s.

6.36. Một vật dao động điều hòa với phương trình chuyển động :

$x = 10\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (cm). Tốc độ trung bình ($\bar{v}$) của vật kể từ lúc bắt đầu dao

động ($t = 0$) đến khi vật trở lại vị trí ban đầu đó lần tiếp theo là:

- A. $\bar{v} = 6$ cm/s. B. $\bar{v} = 8$ cm/s. C. $\bar{v} = 10$ cm/s. D. $\bar{v} = 25$ cm/s.

6.37. Một vật dao động điều hòa với phương trình chuyển động:

$x = 10\cos\left(8\pi t - \frac{2\pi}{3}\right)$ (cm). Lúc đầu vật qua li độ $x_0 = 7,2$ cm và theo chiều âm

thì sau đó 0,5s vật qua li độ:

- A. $x = 5$ cm và theo chiều dương. B. $x = -7,2$ cm và theo chiều âm.
C. $x = 7,2$ cm và theo chiều dương. D. $x = 7,2$ cm và theo chiều âm.

6.38. Một vật dao động điều hòa với biên độ 5 cm. Lúc đầu vật qua li độ $x_0 = 3$ cm và có vận tốc $V_0 = 6,28$ m/s. Lấy $\pi = 3,14$. Sau lúc đầu đó 0,5s vật qua li độ:

- A. $x = -3$ cm. B. $x = 3$ cm. C. $x = -4$ cm. D. $x = 4$ cm.

6.39. Một vật dao động điều hòa với chu kỳ T. Lúc đầu vật có vận tốc là v_0 thì sau lúc đó nửa chu kỳ vận tốc của vật là :

- A. v_0 . B. $-v_0$. C. $\frac{v_0}{2}$. D. $-2v_0$.

6.40. Một vật dao động điều hòa với chu kỳ 2s. Ở thời điểm $t_1 = 1$ s vật qua li độ $x_1 = -2$ cm và đi về vị trí cân bằng O với độ lớn vận tốc là $|v_1| = 3$ m/s thì ở thời điểm $t_2 = 4$ s vật qua li độ :

- A. $x_2 = -2$ cm và đi về gần O với $|v_2| = 2$ m/s.
B. $x_2 = -2$ cm và đi ra xa O với $|v_2| = 3$ m/s.
C. $x_2 = +2$ cm và đi về gần O với $|v_2| = 3$ m/s.
D. $x_2 = +2$ cm và đi ra xa O với $|v_2| = 2$ m/s.

6.41. Một vật dao động điều hòa với phương trình chuyển động :

$x = 5\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm).

Lúc nào đó vật qua li độ $x_1 = 3 \text{ cm}$ và đang đi về gần vị trí cân bằng O thì sau $\frac{1}{3} \text{ s}$ vật qua li độ :

- A. $x_2 = 2,548 \text{ cm}$. B. $x_2 = -4,156 \text{ cm}$.
C. $x_2 = -3,448 \text{ cm}$. D. $x_2 = 1,964 \text{ cm}$.

6.42. Một vật dao động điều hòa với tần số 3 Hz, biên độ 12 cm. Trong khoảng thời gian $\frac{1}{4} \text{ s}$ kể từ lúc vật qua vị trí có li độ cực tiểu vật đã đi được quãng đường:

- A. $S = 36 \text{ cm}$. B. $S = 12 \text{ cm}$. C. $S = 24 \text{ cm}$. D. $S = 8 \text{ cm}$.

6.43. Một vật dao động điều hòa với chu kỳ 3s, biên độ 10 cm. Trong khoảng thời gian 1s kể từ lúc qua li độ 5 cm và đi theo chiều dương, vật đi được quãng đường:

- A. $S = \frac{40}{3} \text{ cm}$. B. $S = 10 \text{ cm}$. C. $S = 5 \text{ cm}$. D. $S = 20 \text{ cm}$.

6.44. Một vật dao động điều hòa thẳng với phương trình : $x = 6\cos(2\pi t)\text{cm}$. Độ dài quãng đường của vật đi được từ lúc $t_1 = 0$ đến lúc $t_2 = \frac{2}{3} \text{ s}$ là :

- A. $S = 3\text{cm}$. B. $S = 6\text{cm}$. C. $S = 9\text{cm}$. D. $S = 15\text{cm}$.

HƯỚNG DẪN GIẢI

6.1. Đáp án C.

Câu C. Phát biểu đúng là : Dao động tuần hoàn là dao động mà sau những khoảng thời gian bằng nhau vật trở lại vị trí cũ và theo hướng cũ.

6.2. Đáp án D.

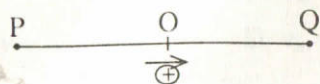
A. Sai, ví dụ thời gian vật dao động từ vị trí cân bằng O và trở về O lần kế tiếp chỉ là $\frac{T}{2}$.

B. Sai, vì thời gian đi từ điểm biên này đến điểm biên kia có thể là $\frac{T}{2}, \frac{3T}{2}, \dots$

C. Sai, vì thời gian bé nhất đi từ điểm biên này đến điểm biên kia là $\frac{T}{2}$.

D. Đúng. Có thể phát biểu cách khác : Chu kỳ T của vật dao động điều hòa là khoảng thời gian ngắn nhất để vật trở lại vị trí cũ và đi theo hướng cũ.

6.3. Đáp án B.



A. Sai, vì độ lớn vận tốc cực đại là lúc vật qua O, mà thời gian giữa hai lần liên tiếp qua O (trái chiều) là $\frac{T}{2}$.

B. Đúng, vì ta biết vận tốc lúc qua O là $v = \pm \omega A$ với $v = -\omega A = v_{\min}$ (vật qua O theo chiều âm), mà thời gian giữa hai lần liên tiếp vật qua O và cùng chiều là T.

C. Sai, vì $|x|_{\min} = 0$: điểm O ; $x_{\max} = A$: điểm Q ; mà $OQ = A$.

D. Sai, vì : ta có $\begin{cases} x_P = -A \\ x_Q = A \end{cases} \Rightarrow |x_P| = |x_Q| = A : \max ; \text{ mà } PQ = 2A.$

6.4. Đáp án B.

A. Sai, vì $x_{\min} = -A$: điểm P có $v = 0$.

B. Đúng, vì $a = -\omega^2 x = 0 \rightarrow x = 0$: điểm O có $|v| = \omega A : \max$

C. Sai, vì $x_{\min} = -A \rightarrow a = -\omega^2 x = \omega^2 A : \max$

D. Sai, vì $a = -\omega^2 x : \max \rightarrow x = -A$ có $v = 0$.

6.5. Đáp án D.

A. Sai, vì : gia tốc $a = -\omega^2 x$ thay đổi, vậy dao động điều hòa là chuyển động biến đổi (không đều).

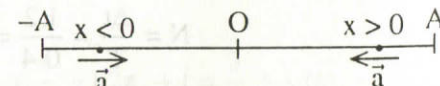
B. Sai, vì : ở hai điểm biên có $v = 0$. Ở vị trí cân bằng O có $|v| : \max$. Vậy từ điểm biên về vị trí cân bằng O là chuyển động nhanh dần.

C. Sai, vì : từ vị trí cân bằng O ra điểm biên là chuyển động chậm dần.

D. Đúng, vì : $a = -\omega^2 x$: a và x trái dấu.

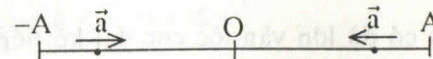
Nên $\begin{cases} \text{nếu } x > 0 \rightarrow a < 0 : \vec{a} \text{ hướng về O} \\ \text{nếu } x < 0 \rightarrow a > 0 : \vec{a} \text{ hướng về O} \end{cases}$ (xem hình vẽ)

Vậy $\vec{a}$ luôn luôn hướng về O.



6.6. Đáp án A.

A. Đúng, vì : $\vec{a}$ luôn luôn hướng về vị trí cân bằng O nên phải đổi chiều tại O (hình vẽ)



B. Sai, vì : $\vec{a}$ luôn luôn hướng về O nên không đổi chiều tại điểm biên.

C. Sai, vì : chiều của vectơ gia tốc không tùy thuộc vào chiều dương hay âm.

D. Sai, vì :

- Khi đi ra khỏi vị trí cân bằng O (tức $\vec{v}$ hướng ra xa O) mà $\vec{a}$ luôn hướng về O : vậy $\vec{a}$ ngược chiều với $\vec{v}$.

- Khi đi về O (tức $\vec{v}$ hướng về O) mà $\vec{a}$ luôn hướng về O : vậy $\vec{a}$ cùng chiều với $\vec{v}$.

6.7. Đáp án C.

$$x = A \cos(\omega t + \varphi) \quad (1)$$

$$v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) = \omega A \sin(\omega t + \varphi + \pi) \\ = \omega A \cos\left(\omega t + \varphi + \pi - \frac{\pi}{2}\right) = \omega A \cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right) \quad (2)$$

Từ (1) và (2) cho thấy : x trễ pha hơn V góc $\frac{\pi}{2}$.

6.8. Đáp án D.

$$\text{Ta có : } \begin{cases} v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) \\ a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v^2 = \omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi) \\ \left(\frac{a}{\omega}\right)^2 = \omega^2 A^2 \cos^2(\omega t + \varphi) \end{cases}$$

$$\Rightarrow v^2 + \left(\frac{a}{\omega}\right)^2 = \omega^2 A^2 : \text{không đổi}$$

Biểu thức này cho ta thấy : Khi v^2 tăng thì a^2 giảm tức độ lớn v tăng thì độ lớn a giảm và ngược lại.

6.9. Đáp án A.

Câu A. Còn thiếu vì pha còn cho ta xác định được chiều chuyển động của vật. Thật vậy, có $v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$. Nếu biết pha $(\omega t + \varphi)$ thì ta biết được $v > 0$ hay $v < 0$, tức biết vật đi theo chiều dương hay âm.

6.10. Đáp án B.

$$\text{Chu kỳ dao động : } T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{5\pi} = 0,4 \text{ (s)}$$

Trong thời gian $\Delta t = 1,2\text{s}$ vật thực hiện được:

$$N = \frac{\Delta t}{T} = \frac{1,2}{0,4} = 3 \text{ (dao động toàn phần)}$$

$$\text{Quãng đường đi được : } S = N.4A = 3.4.10 = 120 \text{ (cm)} = 1,2 \text{ (m)}$$

6.11. Đáp án A.

Thời gian giữa hai lần có độ lớn vận tốc cực đại kế tiếp (tức qua vị trí cân bằng O hai lần kế tiếp) là $\frac{T}{2}$.

$$\text{Vậy : } \frac{T}{2} = 0,05 \rightarrow T = 0,1 \text{ (s)} \rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,1} = 10 \text{ (Hz)}$$

$$\text{Quãng đường : } 2A = 4 \text{ cm} \rightarrow A = 2 \text{ (cm)}$$

6.12. Đáp án C.

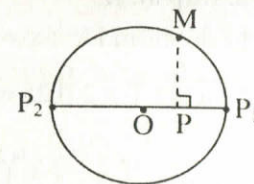
P là hình chiếu của vật M trên đường kính P_1P_2 . P dao động điều hòa với :

$$\bullet \text{ Biên độ } A = \frac{P_1P_2}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ (cm)}$$

• Tần số góc của điểm P là tốc độ góc của vật M:

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{157}{5} = 31,4 = 10\pi \text{ (rad/s)}$$

$$\bullet \text{ Chu kỳ : } T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{10\pi} = 0,2 \text{ (s)}$$



6.13. Đáp án B.

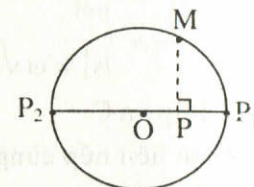
Điểm P dao động điều hòa trên đoạn thẳng P_1P_2 là hình chiếu của vật M chuyển động tròn đều trên đường tròn đường kính P_1P_2 .

Chu kỳ dao động của điểm P:

$$T = 2.0,5 = 1 \text{ (s)} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi \text{ (rad/s)}$$

ω cũng là tốc độ góc của vật M.

$$\text{Vận tốc của M : } v = \omega.R \text{ với } R = 10 \text{ cm} \rightarrow v = 2\pi.10 = 62,8 \text{ (cm/s)}$$



6.14. Đáp án D.

$$\text{Ta có : } v = -12\pi \sin\left(3\pi t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ (cm/s)}$$

$$\text{Pha dao động bằng } \frac{\pi}{3} \text{ tức } 3\pi t - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{3} \text{ nên :}$$

$$V = -12\pi \sin \frac{\pi}{3} = -12\pi \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx -32,63 \text{ (cm/s)}$$

$$6.15. \text{ Ta có : } v = -12\pi \sin\left(2\pi t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm/s)}$$

$$v : \min \leftrightarrow \sin\left(2\pi t - \frac{\pi}{4}\right) = 1 \rightarrow 2\pi t - \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{2} + k2\pi \rightarrow t = \frac{3}{8} + k \text{ (s)}$$

$$\bullet \text{ Với } t = \frac{1}{4} \text{ s thì } \frac{3}{8} + k = \frac{1}{4} \rightarrow k = -\frac{1}{8}$$

$$\bullet \text{ Với } t = \frac{11}{8} \text{ s thì } \frac{3}{8} + k = \frac{11}{8} \rightarrow k = 1$$

$$\bullet \text{ Với } t = \frac{19}{8} \text{ s thì } \frac{3}{8} + k = \frac{19}{8} \rightarrow k = 2$$

$$\bullet \text{ Với } t = \frac{43}{8} \text{ s thì } \frac{3}{8} + k = \frac{43}{8} \rightarrow k = 5$$

Vậy lúc $t = \frac{1}{4} \text{ s}$ vận tốc của vật không cực tiểu.

6.16. Đáp án B.

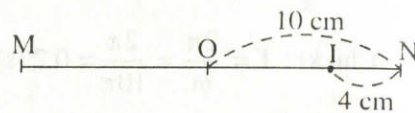
Li độ điểm I là : $x = \pm OI = \pm 6 \text{ (cm)}$

Chu kỳ : $T = 2,0,25 = 0,5 \text{ (s)} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,5} = 4\pi \text{ (rad/s)}$

Áp dụng : $x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2 = A^2$

$$\left|\frac{v}{\omega}\right| = \sqrt{A^2 - x^2}$$

$$|v| = \omega \sqrt{A^2 - x^2} = 4\pi \sqrt{10^2 - 6^2} \approx 100,48 \text{ (cm/s)}$$



6.17. Đáp án C.

3 lần liên tiếp cùng qua một điểm, vật đã thực hiện được một dao động toàn phần, do đó:

• $T = 0,5\text{s} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 4\pi \text{ (rad/s)}$

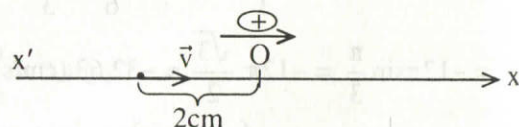
• $4A = 40 \rightarrow A = 10 \text{ (cm)}$

• Vật có $v_{\max}$ lúc qua vị trí cân bằng O theo chiều dương, nghĩa là:

$$t = 0, x = 0 \text{ và } v > 0 \rightarrow \begin{cases} 0 = A \cos \varphi \\ v = -\omega A \sin \varphi > 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = 0 \\ \sin \varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = \pi$$

Vậy : $x = 10 \cos(4\pi t + \pi) \text{ (cm)}$

6.18. Đáp án D.



Phương trình chuyển động của vật có dạng : $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

Với : • $\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 5 = 10\pi \text{ (rad/s)}$

• $A = \sqrt{x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2}$, với $x = -2 \text{ cm}$

$$= \sqrt{(-2)^2 + \left(\frac{62,8}{10\pi}\right)^2} = 2\sqrt{2} \text{ (cm)}$$

• Lúc $t = 0, x = -2 \text{ cm}$ và $v > 0$

$$\begin{cases} -2 = 2\sqrt{2} \cos \varphi \\ v = -\omega A \sin \varphi > 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = -\frac{\sqrt{2}}{2} \\ \sin \varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = \frac{5\pi}{4}$$

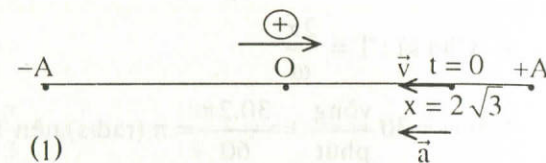
Vậy : $x = 2\sqrt{2} \cos\left(10\pi t + \frac{5\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$

6.19. Đáp án B.

Chú ý rằng lúc $t = 0$ vật qua $x = 2\sqrt{3} \text{ cm} > 0$ và hướng về vị trí cân bằng O (hình vẽ) tức vật đang đi theo chiều âm ($v < 0$) với chuyển động nhanh dần nên $\vec{a}$ cùng hướng với $\vec{v}$, do đó $a < 0$. Vậy :

• Lúc $t = 0, x = 2\sqrt{3} \text{ cm}, v = -12,56 \text{ cm/s}$ và $a = -80\sqrt{3} \text{ cm/s}^2$.

• Ta có $\begin{cases} x = A \cos(\omega t + \varphi) \\ v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) \\ a = -\omega^2 x \end{cases}$



• Lúc $t = 0 \begin{cases} 2\sqrt{3} = A \cos \varphi & (1) \\ -12,56 = -\omega A \sin \varphi & (2) \\ -80\sqrt{3} = -\omega^2 \cdot 2\sqrt{3} & (3) \end{cases}$

• $(3) \rightarrow \omega^2 = 40 \rightarrow \omega = 2\pi \text{ (rad/s)}$

• $(2) \rightarrow -12,56 = -2\pi \cdot A \sin \varphi \rightarrow A \sin \varphi = \frac{12,56}{2\pi} = 2 \quad (4)$

• $(1) \text{ và } (4) \text{ cho : } A^2 = (2\sqrt{3})^2 + 2^2 = 16 \rightarrow A = 4 \text{ (cm)}$

• $(1) \text{ và } (2) \text{ cho } \begin{cases} \cos \varphi = \frac{2\sqrt{3}}{4} = \frac{\sqrt{3}}{2} \\ \sin \varphi > 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = \frac{\pi}{6}$

Vậy : $x = 4 \cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ (cm)}$

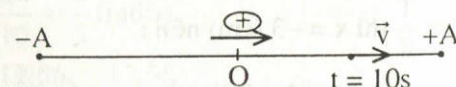
6.20. Đáp án C.

Ta có : $\begin{cases} v_{\max} = \omega A = 3,14 & (*) \\ a_{\max} = \omega^2 A = 0,2\pi^2 \end{cases} \Rightarrow \omega = \frac{0,2\pi^2}{3,14} = \frac{\pi}{5} \text{ (rad/s)}$

$(*) \Rightarrow A = \frac{3,14}{\frac{\pi}{5}} = 5 \text{ (cm)}$

Chú ý rằng lúc $t = 10\text{s}$ vật đang đi ra xa vị trí cân bằng O theo chiều dương tức lúc đó vật đang ở về phía $x > 0$ (hình vẽ)

Từ $\begin{cases} x = 5 \cos\left(\frac{\pi}{5} t + \varphi\right) \\ v = \pi \sin\left(\frac{\pi}{5} t + \varphi\right) \end{cases}$



Lúc $t = 10\text{s} \begin{cases} x = 5 \cos(2\pi + \varphi) = 5 \cos \varphi > 0 \\ \frac{\sqrt{2}}{2} \pi = \pi \sin(2\pi + \varphi) = \pi \sin \varphi \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \varphi > 0 \\ \sin \varphi = \frac{\sqrt{2}}{2} \end{cases} \rightarrow \varphi = \frac{\pi}{4}$

Vậy : $x = 5\cos\left(\frac{\pi}{5}t - \frac{\pi}{4}\right)$ (cm)

6.21. Đáp án D.

- P dao động điều hòa trên đường kính của đường tròn.

- Biên độ : $A = R = \frac{20}{2} = 10$ (cm)

- Chu kì : $T = \frac{2\pi}{\omega}$

Với $\omega = 30 \frac{\text{vòng}}{\text{phút}} = \frac{30.2\pi}{60} = \pi$ (rad/s) nên $T = \frac{2\pi}{\pi} = 2$ (s)

6.22. Đáp án A.

Ta có : $v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$

$$\Rightarrow \begin{cases} v_{\max} = \omega A > 0 \text{ lúc vật qua O theo chiều dương} \\ v_{\min} = -\omega A < 0 \text{ lúc vật qua O theo chiều âm} \end{cases}$$

Do đó giữa hai lần liên tiếp vật có vận tốc cực đại và cực tiểu ứng với nửa dao động toàn phần nên:

- $\frac{T}{2} = 0,125 \rightarrow T = 0,25$ (s) $\rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 8\pi$ (rad/s)

- $2A = 12 \rightarrow A = 6$ (cm)

- Lúc $t = 0$, $x = 0$, $V < 0$

$$\begin{cases} 0 = A \cos \varphi \\ v = -\omega A \sin \varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = 0 \\ \sin \varphi > 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$$

Tóm lại : $\omega = 8\pi$ (rad/s) ; $A = 6$ (cm) ; $\varphi = \frac{\pi}{2}$

6.23. Đáp án B.

Phương trình tổng quát : $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ (*)

$$\frac{T}{2} = \frac{1}{6} \rightarrow T = \frac{1}{3} \text{ (s)} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\frac{1}{3}} = 6\pi \text{ (rad/s)}$$

$A = x_{\max} = 3$ (cm)

Lúc $t = \frac{T}{4}$ thì $x = -3$ (cm) nên :

$$(*) \rightarrow -3 = 3\cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{4} + \varphi\right) \rightarrow \cos\left(\frac{\pi}{2} + \varphi\right) = -1 \rightarrow \frac{\pi}{2} + \varphi = \pi \rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$$

Vậy : $x = 3\cos\left(6\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm)

6.24. Đáp án D.

- $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

- $\frac{T}{2} = \frac{11}{60} - \frac{5}{60} = \frac{1}{10} \rightarrow T = \frac{1}{5} \text{ s} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\frac{1}{5}} = 10\pi$ (rad/s)

- $A = x_{\max} = 4$ (cm)

- Lúc $t = \frac{1}{30} \text{ s}$ thì $x = 4$ (cm) nên :

$$4 = 4\cos\left(10\pi \cdot \frac{1}{30} + \varphi\right) \rightarrow \cos\left(\frac{\pi}{3} + \varphi\right) = 1 \rightarrow \frac{\pi}{3} + \varphi = 0 \rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{3}$$

Vậy : $x = 4\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (cm)

- Lúc $t = 0$ vật qua : $x = 4\cos\left(-\frac{\pi}{3}\right) = 2$ (cm)

6.25. Đáp án A.

- $v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) \rightarrow a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi)$

- $\frac{T}{4} = \frac{1}{2} \rightarrow T = 2$ (s) $\rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \pi$ (rad/s)

- $a_{\max} = \omega^2 A \rightarrow A = \frac{a_{\max}}{\omega^2} = \frac{1}{\pi^2} = \frac{1}{10} = 0,1$ (m)

- $t = 0$, $a = -1 \text{ m/s}^2$

$$-1 = 1 \cos \varphi \rightarrow \varphi = \pi$$

Vậy : $v = -\pi \cdot 10 \sin(\pi t + \pi)$ (cm/s)

- Lúc $t = \frac{1}{4} \text{ s}$: $v = -10\pi \sin\left(\frac{\pi}{4} + \pi\right) = 10\pi \sin \frac{\pi}{4} \approx 22,2$ (cm/s)

6.26. Đáp án C.

$$\begin{cases} x = A \cos(\omega t + \varphi) & (1) \end{cases}$$

Ta có : $\begin{cases} v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) & (2) \end{cases}$

$$\begin{cases} (v)' = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi) & (3) \end{cases}$$

$$T = \frac{65}{6} - \frac{5}{6} = 10 \text{ (s)} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{10} = \frac{\pi}{5} \text{ (rad/s)}$$

$$v_{\max} = \omega A = 12,56 \text{ (mm/s)} \rightarrow A = \frac{12,56}{\omega} = \frac{12,56}{\frac{\pi}{5}} = 20 \text{ (mm)}$$

Lúc $t = 0$, đồ thị cho thấy $v = 6,28$ (mm/s) và giá trị v đang giảm tức $(v)' < 0$ nên:

$$\begin{cases} (2) \rightarrow 6,28 = -12,56 \sin \varphi \\ (3) \rightarrow (v)' = -\omega^2 A \cos \varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \sin \varphi = -\frac{1}{2} \rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{6} \\ \cos \varphi > 0 \end{cases}$$

$$(1) \rightarrow x = 20 \cos \left(\frac{\pi}{5} t - \frac{\pi}{6} \right) (\text{mm})$$

6.27. Đáp án B.

$$\text{Vật qua vị trí cân bằng: } x = 5 \cos \left(2\pi t + \frac{\pi}{3} \right) = 0$$

$$2\pi t + \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{2} + k\pi \rightarrow t = \frac{1}{12} + \frac{k}{2} (\text{s}) \text{ (với } k = 0; \pm 1; \pm 2; \dots)$$

6.28. Đáp án C.

$$\text{Ta có: } \begin{cases} \sqrt{3} = 2 \cos \left(2\pi t - \frac{\pi}{2} \right) \\ v = -4\pi \sin \left(2\pi t - \frac{\pi}{2} \right) < 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \left(2\pi t - \frac{\pi}{2} \right) = \frac{\sqrt{3}}{2} \\ \sin \left(2\pi t - \frac{\pi}{2} \right) > 0 \end{cases}$$

$$\rightarrow 2\pi t - \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{6} + 2k\pi \rightarrow t = \frac{1}{3} + k (\text{s}) \text{ với } t = \frac{1}{3} + k \geq 2 \rightarrow k \geq \frac{5}{3}$$

$$\text{Lần đầu tiên kể từ } t = 2\text{s} \text{ ứng với } k = 2. \text{ Vậy: } t = \frac{1}{3} + 2 = \frac{7}{3} (\text{s})$$

6.29. Đáp án A.

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\pi} = 2 (\text{s})$$

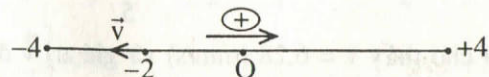
Theo đề: $x = 0, v > 0$ và $0 < t < T = 2 (\text{s})$ nên:

$$\begin{cases} 6 \cos \left(\pi t + \frac{2\pi}{3} \right) = 0 \\ v = -6\pi \sin \left(\pi t + \frac{2\pi}{3} \right) > 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \left(\pi t + \frac{2\pi}{3} \right) = 0 \\ \sin \left(\pi t + \frac{2\pi}{3} \right) < 0 \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \pi t + \frac{2\pi}{3} = \frac{3\pi}{2} + k2\pi \\ 0 < t < 2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} t = \frac{5}{6} + 2k \\ 0 < t < 2 \end{cases} \rightarrow 0 < \frac{5}{6} + 2k < 2$$

$$-\frac{5}{12} < k < \frac{7}{12} \text{ tức } k = 0. \text{ Vậy: } t = \frac{5}{6} (\text{s})$$

6.30. Đáp án D.



Theo đề vật qua $x = -2 \text{ cm}$, hướng ra xa O tức $v < 0$ trong khoảng $0 \leq t \leq 9 (\text{s})$

$$\begin{cases} -2 = 4 \cos \left(5\pi t + \frac{\pi}{4} \right) \\ v = -20\pi \sin \left(5\pi t + \frac{\pi}{4} \right) < 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \left(5\pi t + \frac{\pi}{4} \right) = -\frac{1}{2} \\ \sin \left(5\pi t + \frac{\pi}{4} \right) > 0 \end{cases}$$

$$0 \leq t \leq 9$$

$$\rightarrow \begin{cases} 5\pi t + \frac{\pi}{4} = \frac{2\pi}{3} + k2\pi \\ 0 \leq t \leq 9 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} t = \frac{1}{12} + 0,4k \\ 0 \leq t \leq 9 \end{cases} \rightarrow 0 \leq \frac{1}{12} + 0,4k \leq 9$$

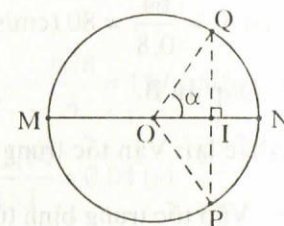
$$-\frac{1}{4,8} \leq k \leq \frac{107}{4,8} \rightarrow k = 0, \dots, 22 : 23 \text{ giá trị } k.$$

Vậy có 23 lần vật qua $x = -2 \text{ cm}$ và hướng ra xa O.

6.31. Đáp án B.

$$T = 2 \times 0,25 = 0,5 (\text{s})$$

Thời gian Δt bé nhất giữa 2 lần liên tiếp vật qua I chính là thời gian để vật đi quãng đường INI và đây cũng là thời gian chuyển động của vật trên cung tròn $\widehat{PNQ}$ (hình vẽ).

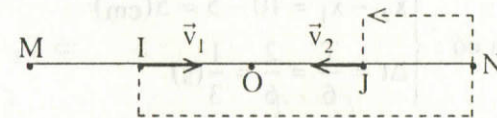


$$\text{Ta có: } \cos \alpha = \frac{OI}{OQ} = \frac{1}{2} \rightarrow \alpha = 60^\circ \rightarrow \widehat{POQ} = 2\alpha = 120^\circ$$

$$\text{Thời gian } \Delta t \text{ cần tìm là: } \Delta t = \frac{2\alpha}{360^\circ} \cdot T = \frac{120^\circ}{360^\circ} \cdot 0,5 = \frac{1}{6} (\text{s}) \text{ (xem dạng 6)}$$

6.32. Đáp án D.

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{10} = 0,1 (\text{s})$$



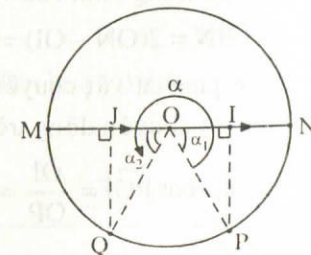
Thời gian Δt cần tìm là thời gian vật đi quãng đường INJ (hình vẽ):

$$\Delta t = t_{(IO)} + t_{(ON)} + t_{(NJ)} = \frac{T}{12} + \frac{T}{4} + \frac{T}{6} = \frac{T}{2} = \frac{0,1}{2} = 0,05 (\text{s})$$

6.33. Đáp án A.

Thời gian Δt cần tìm của vật dao động điều hòa chính là thời gian để vật ấy chuyển động quãng đường INMJ và đó cũng là thời gian của vật chuyển động tròn đều trên cung PNMQ.

$$\text{Hình vẽ cho } \begin{cases} \cos \alpha_1 = \frac{OI}{OP} = \frac{5\sqrt{3}}{10} = \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \alpha_1 = 30^\circ \\ \cos \alpha_2 = \frac{OJ}{OQ} = \frac{5}{10} = \frac{1}{2} \rightarrow \alpha_2 = 60^\circ \end{cases}$$



$$\rightarrow \alpha = 180^\circ + (\alpha_1 + \alpha_2) = 270^\circ$$

$$\text{Thời gian cần tìm : } \Delta t = \frac{\alpha}{360^\circ} \cdot T = \frac{270}{360} \cdot 2 = 1,5 \text{ (s)}$$

6.34. Đáp án C.

$$\text{Vận tốc trung bình : } v_{tb} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \text{ (xem dạng 7)}$$

Sau hai dao động toàn phần thì vật trở về vị trí cũ nên $\Delta x = 0$, vậy : $v_{tb} = 0$

$$\text{Tốc độ trung bình : } \bar{v} = \frac{S}{\Delta t}$$

$$\text{Sau hai dao động toàn phần : } \begin{cases} S = 2.4A = 8.8 = 64 \text{ (cm)} \\ \Delta t = 2T = 2 \cdot \frac{2\pi}{5\pi} = 0,8 \text{ (s)} \end{cases}$$

$$\text{nên } \bar{v} = \frac{64}{0,8} = 80 \text{ (cm/s)}$$

6.35. Đáp án B.

$$\text{Nhắc lại: Vận tốc trung bình} = \frac{x_2 - x_1}{\Delta t}$$

• Vận tốc trung bình từ O $\rightarrow$ I :

$$\text{Ta có : } \begin{cases} x_2 - x_1 = 5 - 0 = 5 \text{ (cm)} \\ \Delta t = \frac{T}{12} = \frac{2}{12} = \frac{1}{6} \text{ (s)} \end{cases} \Rightarrow \bar{v}_1 = \frac{5}{1/6} = 30 \text{ (cm/s)}$$

• Vận tốc trung bình từ I $\rightarrow$ Q :

$$\text{Ta có : } \begin{cases} x_2 - x_1 = 10 - 5 = 5 \text{ (cm)} \\ \Delta t = \frac{T}{6} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3} \text{ (s)} \end{cases} \Rightarrow \bar{v}_2 = \frac{5}{1/3} = 15 \text{ (cm/s)}$$

6.36. Đáp án B.

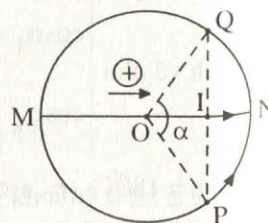
$$\text{Lúc } t = 0 \text{ vật qua điểm I có : } \begin{cases} x_1 = 10 \cos\left(-\frac{\pi}{6}\right) = 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3} \text{ (cm)} \\ v_1 = -10\pi \sin\left(-\frac{\pi}{6}\right) > 0 \end{cases}$$

Tốc độ trung bình của vật cần tìm là tốc độ vật đi quãng đường INI với :

$$S = 2IN = 2(ON - OI) = 2(A - x_1) = 2(10 - 5\sqrt{3}) = 10(2 - \sqrt{3}) \text{ (cm)}$$

Thời gian Δt vật chuyển động cũng là thời gian của vật chuyển động tròn đều trên cung PNQ.

$$\text{Ta có : } \cos \widehat{POI} = \frac{OI}{OP} = \frac{5\sqrt{3}}{10} = \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \widehat{POI} = 30^\circ$$



$$\alpha = 2 \widehat{POI} = 60^\circ \rightarrow \Delta t = \frac{\alpha}{360} \cdot T = \frac{60}{360} \cdot \frac{2\pi}{\pi} = \frac{1}{3} \text{ (s)}$$

$$\bar{v} = \frac{S}{\Delta t} = \frac{10(2 - \sqrt{3})}{\frac{1}{3}} \approx 8 \text{ (cm/s)}$$

6.37. Đáp án D.

$$T = \frac{2\pi}{8\pi} = 0,25 \text{ (s)} ; \frac{\Delta t}{T} = \frac{0,5}{0,25} = 2 \rightarrow \Delta t = 2T : \text{ Sau hai chu kỳ vật trở lại vị trí}$$

cũ theo chiều cũ tức vật qua $x_0 = 7,2 \text{ cm}$ và theo chiều âm (dạng 8)

6.38. Đáp án A.

$$\text{Áp dụng : } A^2 = x_0^2 + \left(\frac{v_0}{\omega}\right)^2 \rightarrow \omega = \frac{|v_0|}{\sqrt{A^2 - x_0^2}}$$

$$\text{với } |v_0| = 6,28 \text{ m/s} = 628 \text{ cm/s, nên : } \omega = \frac{628}{\sqrt{5^2 - 3^2}} = \frac{628}{4} = 157 \text{ (rad/s)}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2 \cdot 3,14}{157} = 0,04 \text{ (s)}$$

$$\text{Ta có : } \frac{\Delta t}{T} = \frac{0,5}{0,04} = 12,5 \rightarrow \Delta t = 12,5T$$

Sau 12,5 chu kỳ vật qua li độ $x = -x_0 = -3 \text{ (cm)}$ (dạng 8)

6.39. Đáp án B.

$$\text{Lúc đầu : } v_0 = -\omega A \sin(\omega t_0 + \varphi)$$

$$\text{Lúc sau : } t = t_0 + \frac{T}{2} \text{ thì :}$$

$$\begin{aligned} v &= -\omega A \sin\left[\omega\left(t_0 + \frac{T}{2}\right) + \varphi\right] = -\omega A \sin\left(\omega t_0 + \omega \cdot \frac{T}{2} + \varphi\right) \\ &= -\omega A \sin\left(\omega t_0 + \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{2} + \varphi\right) = -\omega A \sin(\omega t_0 + \pi + \varphi) = \omega A \sin(\omega t_0 + \varphi) = -v_0 \end{aligned}$$

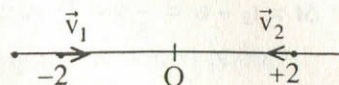
6.40. Đáp án C.

$$\text{Ta có : } \Delta t = t_2 - t_1 = 4 - 1 = 3 \text{ (s)} = 1,5T$$

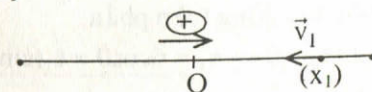
Vậy lúc $t_2 = 4 \text{ s}$:

• Vật qua $x_2 = -x_1 = +2 \text{ (cm)}$

• Vận tốc $v_2 = -v_1 = -3 \text{ (m/s)}$ tức về gần O với độ lớn $|v_2| = 3 \text{ m/s}$



6.41. Đáp án D.



Lúc đầu (t_0) :

$$\begin{cases} x_1 = 5\cos\left(4\pi t_0 - \frac{\pi}{2}\right) = 3 \\ v_1 = -20\pi\sin\left(4\pi t_0 - \frac{\pi}{2}\right) < 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos\left(4\pi t_0 - \frac{\pi}{2}\right) = 0,6 \\ \sin\left(4\pi t_0 - \frac{\pi}{2}\right) > 0 \end{cases}$$

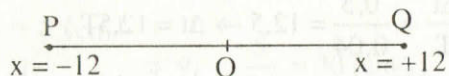
$$\rightarrow \sin\left(4\pi t_0 - \frac{\pi}{2}\right) = \sqrt{1 - \cos^2\left(4\pi t_0 - \frac{\pi}{2}\right)} = \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8$$

Lúc sau $\left(t_0 + \frac{1}{3}\right)$:

$$\begin{aligned} x_2 &= 5\cos\left[4\pi\left(t_0 + \frac{1}{3}\right) - \frac{\pi}{2}\right] = 5\cos\left[\left(4\pi t_0 - \frac{\pi}{2}\right) + \frac{4\pi}{3}\right] \\ &= 5\left[\cos\left(4\pi t_0 - \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\frac{4\pi}{3} - \sin\left(4\pi t_0 - \frac{\pi}{2}\right) \cdot \sin\frac{4\pi}{3}\right] \\ &= 5\left[0,6\left(-\frac{1}{2}\right) - 0,8\left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\right] \approx 1,964 \text{ (cm)} \end{aligned}$$

6.42. Đáp án A.

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{3} \text{ (s)}$$



$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{4}{1}}{\frac{1}{3}} = \frac{3}{4} \rightarrow \Delta t = \frac{3}{4}T : \text{ trong khoảng thời gian } \frac{3}{4} \text{ chu kỳ vật đã đi quãng}$$

đường PQO (P ứng với li độ cực tiểu) dài: $S = 3A = 3 \cdot 12 = 36 \text{ (cm)}$

6.43. Đáp án B.

Thời gian để vật dao động điều hòa từ li độ 5 cm $\rightarrow$ 10 cm (hoặc ngược lại) là:

$$\frac{T}{6} = \frac{3}{6} = 0,5s \text{ (dạng 6)}$$

Vậy trong $\Delta t = 1s$ vật đi quãng đường: $S = 2 \times 5 = 10 \text{ (cm)}$

6.44. Đáp án D.

$$\text{Ta có : } T = \frac{2\pi}{\omega} = 1 \text{ (s)}$$

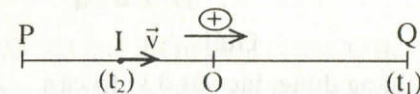
Thời gian vật chuyển động là : $\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{2}{5}s < T$: vật chưa thực hiện hết

một dao động toàn phần.

Lúc $t_1 = 0 \rightarrow x_1 = 6\cos 0 = 6 \text{ (cm)}$: vật ở Q.

Lúc $t_2 = \frac{2}{3}s \rightarrow x_2 = 6\cos\left(\frac{4\pi}{3}\right) = -3 \text{ (cm)}$ và $V_2 = -12\pi\sin\left(\frac{4\pi}{3}\right) > 0$: vậy lúc

$t_2 = \frac{2}{3}s$ vật qua I theo chiều dương từ P $\rightarrow$ Q



Tóm lại quãng đường mà vật đi được là : $S = QP + PI = 12 + 3 = 15 \text{ (cm)}$

BÀI 7. CON LẮC Lò XO

TÓM TẮT LÝ THUYẾT

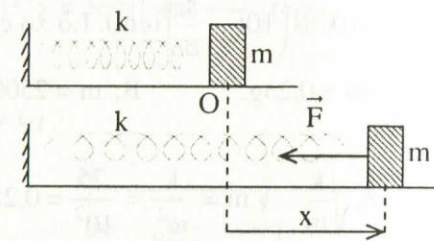
- Con lắc lò xo là một hệ dao động điều hòa.
- Hợp lực tác dụng lên vật nặng là lực đàn hồi của lò xo – gọi là lực kéo về:

$$F = -k \cdot x$$

- Tần số góc và chu kỳ dao động của

$$\text{con lắc lò xo : } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} ;$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$



- Động năng của con lắc lò xo : $W_d = \frac{1}{2}mv^2$
- Thế năng của con lắc lò xo : $W_t = \frac{1}{2}k \cdot x^2$
- Cơ năng : $W = W_d + W_t = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = \text{không đổi}$

BÀI TẬP CƠ BẢN

Dạng 1: TẦN SỐ GÓC – CHU KÌ – TẦN SỐ CỦA CON LẮC Lò XO

- Tần số góc : $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

- Chu kỳ : $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

- Tần số : $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

Với $\begin{cases} k \text{ là độ cứng lò xo, đơn vị N/m.} \\ m \text{ là khối lượng vật nặng, đơn vị kg.} \end{cases}$

Ví dụ 1 : Con lắc lò xo khi treo thẳng đứng nó dài 5 cm. Lấy $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Chu kỳ dao động con lắc là:

- A. $T = 0,5\text{s}$.
C. $T = 0,1\text{s}$.

- B. $T = 1\text{s}$.
D. $T = 2\text{s}$.

Giải

Khi con lắc lò xo treo thẳng đứng, lúc vật ở vị trí cân

$$\text{bằng O: } mg = k\Delta l_0 \rightarrow \frac{m}{k} = \frac{\Delta l_0}{g}$$

$$\text{Chu kỳ dao động của con lắc là: } T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta l_0}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{5 \cdot 10^{-2}}{9,8}} \approx 0,1 \text{ (s)}$$

Chọn đáp án C.

Ví dụ 2: Con lắc lò xo dao động điều hòa theo phương trình :

$$x = 10\cos\left(10t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ (cm)}. \text{ Lò xo có độ cứng } 25 \text{ N/m, khối lượng vật nặng là:}$$

A. $m = 0,25\text{g}$.

B. $m = 2500\text{g}$.

C. $m = 2500\text{kg}$.

D. $m = 0,25\text{kg}$.

Giải

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow m = \frac{k}{\omega^2} = \frac{25}{10^2} = 0,25 \text{ (kg)}. \text{ Chọn đáp án D.}$$

Dạng 2: VIẾT PHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN ĐỘNG CỦA CON LẮC LÒ XO

Viết phương trình chuyển động của con lắc lò xo cũng là viết phương trình chuyển động của vật dao động điều hòa, vì vậy ta lần lượt theo các bước sau:

Bước 1: Viết phương trình tổng quát : $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Bước 2: Tìm ω .

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Bước 3: Tìm A.

Có thể dùng các biểu thức có liên quan tới A như :

$$A = \sqrt{x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2}; v_{\max} = \omega A; W = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 = \frac{1}{2} kA^2 \dots$$

Bước 4: Tìm φ .

- Thường đề cho : lúc $t = 0$ vật qua li độ x_0 (đã biết) theo chiều dương ($v > 0$) hay âm ($v < 0$).

- Thế các điều kiện đó vào $\begin{cases} x = A\cos(\omega t + \varphi) \\ v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi) \end{cases}$ ta được:

$$\begin{cases} x_0 = A\cos\varphi \\ v = -\omega A\sin\varphi > 0 \text{ hay } v = -\omega A\sin\varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x_0 = \frac{x_0}{A} \\ \cos\varphi < 0 \text{ hay } \cos\varphi > 0 \end{cases}$$

$\Rightarrow \varphi$.

Chú ý : Nếu $t = 0$ mà vật qua điểm biên ($x = \pm A$) thì có :

$$\pm A = A\cos\varphi \rightarrow \cos\varphi = \pm 1 \rightarrow \varphi = 0 \text{ hay } \varphi = \pi$$

(lúc này ta không có $v > 0$ hay $v < 0$)

Ví dụ 1: Một con lắc lò xo dao động điều hòa trên phương nằm ngang. Chiều dài lò xo thay đổi từ 20cm $\rightarrow$ 30cm với thời gian là 0,25s. Chọn chiều dương trùng với chiều chuyển động của vật khi lò xo dãn ra và lấy gốc thời gian là lúc lò xo có chiều dài tự nhiên và bắt đầu dãn ra. Phương trình chuyển động của vật là:

A. $x = 10\cos(8\pi t) \text{ (cm)}$

B. $x = 10\cos(2\pi t) \text{ (cm)}$

C. $x = 5\cos(4\pi t + \pi) \text{ (cm)}$

D. $x = 5\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$

Giải

1. Phương trình tổng quát : $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

2. Tìm ω .

$$\text{Theo đề : } \frac{T}{2} = 0,25 \text{ (s)} \rightarrow T = 0,5 \text{ (s)}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,5} = 4\pi \text{ (rad/s)}$$

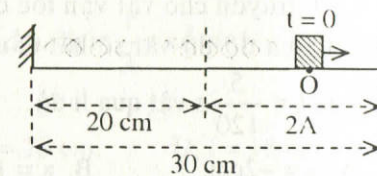
3. Tìm A.

$$\text{Hình vẽ cho : } 2A = 30 - 20 = 10 \text{ (cm)} \rightarrow A = 5 \text{ (cm)}$$

4. Tìm φ : Lúc $t = 0$, $x = 0$, $v > 0$.

$$\begin{cases} 0 = A\cos\varphi \\ v = -\omega A\sin\varphi > 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = 0 \\ \sin\varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$$

$$\text{Vậy : } x = 5\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}. \text{ Chọn đáp án D.}$$



Ví dụ 2: Một con lắc lò xo dao động điều hòa trên mặt phẳng nằm ngang. Cứ 15s con lắc thực hiện được 10 dao động toàn phần và lúc lò xo có chiều dài tự nhiên thì vật nặng có vận tốc 25,12 cm/s. Lấy $\pi = 3,14$. Chọn $t = 0$ là lúc vật có gia tốc cực đại thì phương trình chuyển động của vật là:

A. $x = 6\cos\left(\frac{4\pi}{3}t + \pi\right) \text{ (cm)}$

B. $x = 8,4\cos(3\pi t + \pi) \text{ (cm)}$

C. $x = 6\cos\left(\frac{4\pi}{3}t\right) \text{ (cm)}$

D. $x = 8,4\cos\left(3\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$

Giải

1. Phương trình tổng quát : $x = A \cos(\omega t + \varphi)$
2. Tìm ω : $T = \frac{15}{10} = 1,5 \text{ (s)} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1,5} = \frac{4\pi}{3} \text{ (rad/s)}$
3. Tìm A. Lúc lò xo có chiều dài tự nhiên, vật qua vị trí cân bằng O và có vận tốc cực đại: $v_{\max} = \omega A \rightarrow A = \frac{v_{\max}}{\omega} = \frac{25,12}{\frac{4\pi}{3}} = 6 \text{ (cm)}$

4. Tính φ :
Gia tốc : $a = -\omega^2 x$; $a_{\max} = -\omega^2 A$ khi $x = -A$ tức lúc $t = 0$, $x = -A$ nên:
 $-A = A \cos \varphi \rightarrow \cos \varphi = -1 \rightarrow \varphi = \pi$.

Vậy : $x = 6 \cos\left(\frac{4\pi}{3}t + \pi\right) \text{ (cm)}$. Chọn đáp án A.

Ví dụ 3: Một con lắc lò xo có chiều dài tự nhiên 20 cm, độ cứng $k = 100 \text{ N/m}$ và vật nặng $m = 100 \text{ g}$ có thể trượt không ma sát trên mặt phẳng nằm ngang. Lấy $\pi^2 \approx 10$. Đưa vật ra khỏi vị trí cân bằng sao cho lò xo có chiều dài 17 cm. Lúc $t = 0$ truyền cho vật vận tốc có độ lớn 0,942 m/s hướng theo chiều dương của trục tọa độ thì vật sẽ bắt đầu dao động điều hòa và đi về vị trí cân bằng O.

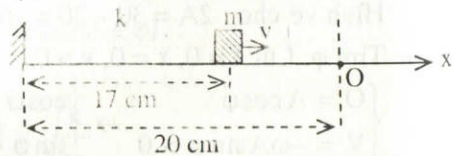
Lúc $t = \frac{5}{120} \text{ s}$ vật qua li độ:

- A. $x = -2 \text{ cm}$. B. $x = 1,5\sqrt{2} \text{ cm}$. C. $x = -\sqrt{3} \text{ cm}$. D. $x = 3 \text{ cm}$.

Giải

1. Phương trình tổng quát: $x = A \cos(\omega t + \varphi)$
2. Tìm ω : $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{100}{0,1}} = \sqrt{1000} \approx 10\pi \text{ (rad/s)}$
3. Tìm A: $A = \sqrt{x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2}$. Hình vẽ cho: $x = -(20 - 17) = -3 \text{ (cm)}$
Nên: $A = \sqrt{(-3)^2 + \left(\frac{94,2}{10\pi}\right)^2} = 3\sqrt{2} \text{ (cm)}$
4. Tìm φ : Lúc $t = 0$, $x = -3 \text{ cm}$ và $v > 0$
$$\begin{cases} -3 = 3\sqrt{2} \cos \varphi \\ v = -\omega A \sin \varphi > 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = -\frac{1}{\sqrt{2}} \\ \sin \varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = -\frac{3\pi}{4}$$

Vậy : $x = 3\sqrt{2} \cos\left(10\pi t - \frac{3\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$



5. Lúc $t = \frac{5}{120} \text{ s}$ vật qua li độ :

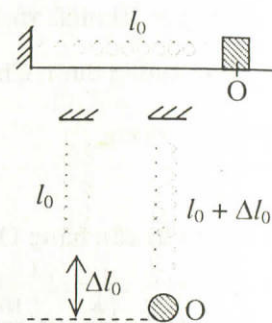
$$x = 3\sqrt{2} \cos\left(10\pi \cdot \frac{5}{120} - \frac{3\pi}{4}\right) = 3\sqrt{2} \cos\left(-\frac{\pi}{3}\right) = \frac{3\sqrt{2}}{2} = 1,5\sqrt{2} \text{ (cm)}$$

Chọn đáp án B.

Dạng 3: CHIỀU DÀI CON LẮC LÒ XO KHI DAO ĐỘNG

- Khi con lắc dao động nằm ngang, chiều dài lò xo vào lúc t là : $l = l_0 \pm |x|$
- Khi con lắc dao động thẳng đứng, chiều dài lò xo vào lúc t là : $l = l_0 + \Delta l_0 \pm |x|$

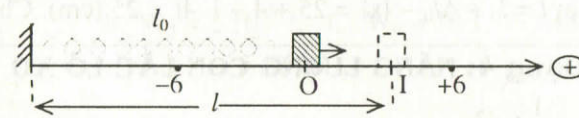
Với $\begin{cases} l_0 : \text{chiều dài tự nhiên} \\ x : \text{li độ của vật lúc t} \\ \Delta l_0 : \text{độ dãn lò xo lúc vật ở vị trí cân bằng} \end{cases}$



Ví dụ 1: Một con lắc lò xo có chiều dài tự nhiên 22 cm dao động điều hòa theo phương nằm ngang với chu kỳ 4s, biên độ 6 cm. Sau $\frac{1}{3} \text{ s}$ kể từ lúc lò xo bắt đầu bị dãn, chiều dài lò xo là :

- A. $l = 25 \text{ cm}$. B. $l = 22 \text{ cm}$. C. $l = 28 \text{ cm}$. D. $l = 18 \text{ cm}$.

Giải



Lò xo bắt đầu dãn khi qua vị trí cân bằng O và hướng về bên phải (hình vẽ)

Chú ý rằng : $\Delta t = \frac{1}{3} \text{ s} = \frac{T}{12}$: vật đã đi từ O $\rightarrow$ I với $OI = \frac{A}{2} = 3 \text{ cm}$ (dạng 6)

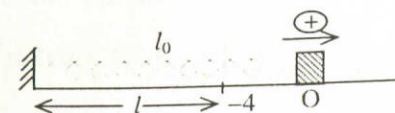
Vậy : $l = l_0 + OI = 22 + 3 = 25 \text{ (cm)}$. Chọn đáp án A.

Ví dụ 2: Một con lắc lò xo có chiều dài tự nhiên 18 cm dao động điều hòa trên mặt phẳng nằm ngang với phương trình : $x = 8 \cos\left(2,5\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$. Biết chiều dương của trục tọa độ là chiều lò xo bị dãn. Chiều dài lò xo vào lúc $t = \frac{7}{15} \text{ s}$ là :

- A. $l = 22 \text{ cm}$. B. $l = 14 \text{ cm}$. C. $l = 20 \text{ cm}$. D. $l = 24 \text{ cm}$.

Giải

Lúc $t = \frac{7}{15} \text{ s}$:



$$x = 8\cos\left(2,5\pi \cdot \frac{7}{15} - \frac{\pi}{2}\right) = 8\cos\left(\frac{2\pi}{3}\right) = -4 \text{ (cm)}$$

$$l = l_0 - |x| = 18 - |-4| = 14 \text{ (cm)}. \text{ Chọn đáp án B.}$$

Ví dụ 3: Một con lắc lò xo có chiều dài tự nhiên 25 cm dao động điều hòa theo

phương thẳng đứng với phương trình chuyển động: $x = 4\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm).

Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$ và $\pi^2 \approx 10$. Chọn chiều dương của trục tọa độ hướng thẳng đứng xuống dưới. Chiều dài lò xo vào lúc $t = \frac{1}{6} \text{ s}$ là:

- A. $l = 33 \text{ cm}$. B. $l = 29 \text{ cm}$. C. $l = 25 \text{ cm}$. D. $l = 31 \text{ cm}$.

Giải

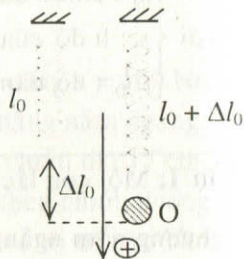
$$\text{Tại vị trí cân bằng O: } mg = k\Delta l_0 \rightarrow \Delta l_0 = \frac{mg}{k}$$

$$\text{Mà: } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow \frac{m}{k} = \frac{1}{\omega^2}$$

$$\text{Nên } \Delta l_0 = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{(5\pi)^2} = \frac{1}{25} \text{ (m)} = 4 \text{ (cm)}$$

Lúc $t = \frac{1}{6} \text{ s}$ vật qua li độ: $x = 4\cos\left(5\pi \cdot \frac{1}{6} + \frac{\pi}{6}\right) = 4\cos\pi = -4 \text{ (cm)}$: vật ở phía trên vị trí cân bằng O.

Chiều dài lò xo: $l = l_0 + \Delta l_0 - |x| = 25 + 4 - |-4| = 25 \text{ (cm)}$. Chọn đáp án C.



Dạng 4: NĂNG LƯỢNG CON LẮC LÒ XO

- Thế năng: $W_t = \frac{1}{2} kx^2$

- Động năng: $W_d = \frac{1}{2} mv^2$

- Cơ năng: $W = W_t + W_d = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 = \frac{1}{2} kA^2$

- Nếu $W_t = 0$ thì $W = W_{d(\max)}$; Nếu $W_d = 0$ thì $W = W_{t(\max)}$

Ví dụ 1: Con lắc lò xo gồm vật nặng và lò xo có độ cứng $k = 100 \text{ N/m}$. Kích thích cho vật dao động điều hòa, lúc qua vị trí cân bằng O nó có động năng $8 \cdot 10^{-2} \text{ J}$. Biên độ dao động là:

- A. $A = 4 \text{ cm}$. B. $A = 2\sqrt{2} \text{ cm}$. C. $A = 2 \text{ cm}$. D. $A = \sqrt{3} \text{ cm}$.

Giải

$$W_t + W_d = \frac{1}{2} kA^2$$

$$\text{Lúc qua O (x = 0): } W_t = \frac{1}{2} kx^2 = 0$$

$$\text{Nên: } W_d = \frac{1}{2} kA^2 \rightarrow A = \sqrt{\frac{2W_d}{k}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 8 \cdot 10^{-2}}{100}} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ (m)} = 4 \text{ (cm)}$$

Chọn đáp án A.

Ví dụ 2: Một con lắc lò xo dao động điều hòa. Lúc vật qua vị trí cách vị trí cân bằng 4 cm thì động năng bằng 3 lần thế năng. Vận tốc cực đại của vật là 0,8π m/s. Chu kỳ dao động của vật là:

- A. $T = 20 \text{ s}$. B. $T = 1 \text{ s}$. C. $T = 0,5 \text{ s}$. D. $T = 0,2 \text{ s}$.

Giải

$$W_d + W_t = \frac{1}{2} kA^2$$

$$\text{Lúc qua } |x| = 4 \text{ cm thì } W_d = 3W_t \text{ nên: } 4W_t = \frac{1}{2} kA^2 \Leftrightarrow 4\left(\frac{1}{2} kx^2\right) = \frac{1}{2} kA^2$$

$$\Leftrightarrow A^2 = 4x^2 \rightarrow A = 2|x| = 8 \text{ (cm)}$$

$$\text{Ta có: } v_{\max} = \omega A = \frac{2\pi}{T} \cdot A \rightarrow T = \frac{2\pi A}{v_{\max}} = \frac{2\pi \cdot 8}{80\pi} = 0,2 \text{ (s)}. \text{ Chọn đáp án D.}$$

Ví dụ 3: Một con lắc lò xo có độ cứng $k = 40 \text{ N/m}$ dao động điều hòa với phương trình chuyển động: $x = 2\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm). Động năng của con lắc lúc $t = \frac{1}{6} \text{ s}$ là:

- A. $W_d = 0,4 \text{ J}$. B. $W_d = 2 \cdot 10^{-3} \text{ J}$. C. $W_d = 10 \text{ J}$. D. $W_d = 3 \cdot 10^{-2} \text{ J}$.

Giải

$$v = -4\pi \sin\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm/s)}$$

$$\text{Lúc } t = \frac{1}{6} \text{ s: } v = -4\pi \sin\left(2\pi \cdot \frac{1}{6} + \frac{\pi}{2}\right) = -4\pi \sin \frac{5\pi}{6} = -4\pi \cdot \frac{1}{2} = -2\pi \text{ (cm/s)}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow m = \frac{k}{\omega^2} = \frac{40}{(2\pi)^2} = \frac{10}{\pi^2} \text{ (kg)}$$

$$W_d = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{10}{\pi^2} \cdot (-2\pi \cdot 10^{-2})^2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ (J)}. \text{ Chọn đáp án B.}$$

Ví dụ 4: Một con lắc lò xo có vật nặng khối lượng $m = 200 \text{ g}$ dao động điều hòa với cơ năng $W = 0,1 \text{ J}$. Lúc $t = 0$ vật nặng có vận tốc $v = 50\sqrt{2} \text{ cm/s}$ và gia tốc $a = -1000\sqrt{2} \text{ cm/s}^2$. Phương trình chuyển động của vật là:

A. $x = 2\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm) B. $x = 2\cos\left(20t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm)

C. $x = 5\cos\left(20t - \frac{\pi}{4}\right)$ (cm)

D. $x = 5\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm)

Giải

$$\text{Lúc } t = 0 \begin{cases} W = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \\ v = -\omega A \sin \varphi \\ a = -\omega^2 A \cos \varphi \end{cases} \text{ Thay số: } \begin{cases} 0,1 = \frac{1}{2} \cdot 0,2(\omega A)^2 & (1) \\ 0,5\sqrt{2} = -(\omega A) \cdot \sin \varphi & (2) \\ -10\sqrt{2} = -\omega(\omega A) \cdot \cos \varphi & (3) \end{cases}$$

Giải hệ (1), (2), (3) :

(1) $\rightarrow \omega A = 1$ và thay vào (2), (3) :

$$\begin{cases} 0,5\sqrt{2} = -1 \cdot \sin \varphi \\ -10\sqrt{2} = -\omega \cdot 1 \cdot \cos \varphi \end{cases} \rightarrow \sin \varphi = -\frac{\sqrt{2}}{2} \text{ với } \cos \varphi > 0 \text{ nên } \varphi = -\frac{\pi}{4}$$

$$(4) \rightarrow \omega = \frac{10\sqrt{2}}{\cos\left(-\frac{\pi}{4}\right)} = 20 \text{ (rad/s) và } A = \frac{1}{\omega} = \frac{1}{20} = 0,05 \text{ (m)} = 5 \text{ (cm)}$$

Vậy : $x = 5\cos\left(20t - \frac{\pi}{4}\right)$ (cm). Chọn đáp án C.

Ví dụ 5: Một con lắc lò xo dao động điều hòa với chu kỳ T thì thế năng và động năng của nó biến đổi theo thời gian với chu kỳ T' mà :

A. $T' = T$ B. $T' = \frac{T}{2}$ C. $T' = 2T$ D. $T' = \frac{T}{4}$

Giải

• Biểu thức thế năng : $W_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t + \varphi) = W_t \cdot \cos^2(\omega t + \varphi)$

Áp dụng công thức biến đổi lượng giác : $\cos^2 a = \frac{1 + \cos 2a}{2}$ ta được :

$$W_t = \frac{W}{2} + \frac{W}{2}\cos(2\omega t + 2\varphi) : \text{biểu thức này chứng tỏ } W_t \text{ biến đổi tuần}$$

$$\text{hoàn với chu kỳ : } T' = \frac{2\pi}{2\omega} \text{ mà } T = \frac{2\pi}{\omega} \text{ nên } T' = \frac{T}{2}$$

• Biểu thức động năng : $W_d = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi) = W_d \sin^2(\omega t + \varphi)$

Áp dụng công thức biến đổi lượng giác : $\sin^2 a = \frac{1 - \cos 2a}{2}$ ta được :

$$W_d = \frac{W}{2} - \frac{W}{2}\cos(2\omega t + 2\varphi) : \text{biểu thức này chứng tỏ } W_d \text{ biến đổi tuần}$$

hoàn với chu kỳ :

$$T' = \frac{2\pi}{2\omega} = \frac{T}{2}$$

Tóm lại: động năng và thế năng của con lắc lò xo đều biến đổi với chu kỳ $\frac{T}{2}$.

Chọn đáp án B.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

7.1. Một con lắc lò xo dao động điều hòa theo phương ngang với chu kỳ 2s. Thời gian giữa hai lần liên tiếp chiều dài lò xo trở về chiều dài tự nhiên là :

A. 1s. B. 0,5s. C. 2s. D. 1,5s.

7.2. Khi nói về con lắc lò xo thì công thức sai là :

A. $m = \frac{k}{\omega^2}$ B. $k = \frac{m}{4\pi^2 \cdot f^2}$ C. $k \cdot T^2 = 4\pi^2 \cdot m$ D. $T \cdot \omega = 2\pi$

7.3. Lực kéo về của con lắc lò xo khi dao động điều hòa trên phương ngang là :

A. hợp lực của trọng lực $\vec{P}$ và phản lực $\vec{N}$.
B. hợp lực của trọng lực $\vec{P}$, phản lực $\vec{N}$ và lực đàn hồi.
C. hợp lực của trọng lực $\vec{P}$ và lực đàn hồi.
D. lực đàn hồi của lò xo.

7.4. Khi con lắc lò xo dao động điều hòa thì lực kéo về luôn luôn :

A. cùng hướng với chuyển động. B. ngược hướng với chuyển động.
C. hướng về vị trí cân bằng. D. hướng ra xa vị trí cân bằng.

7.5. Khi con lắc lò xo dao động điều hòa thì vectơ gia tốc của vật luôn luôn :

A. cùng hướng với chuyển động. B. ngược hướng với chuyển động.
C. hướng về vị trí cân bằng. D. hướng ra xa vị trí cân bằng.

7.6. Con lắc lò xo dao động điều hòa trên phương nằm ngang thì độ lớn lực kéo về đạt cực đại :

A. khi lò xo có chiều dài tự nhiên. B. khi lò xo dài nhất hoặc ngắn nhất.
C. chỉ khi lò xo dài nhất. D. chỉ khi lò xo ngắn nhất.

7.7. Con lắc lò xo dao động điều hòa theo phương nằm ngang. Động năng của con lắc đạt cực đại :

A. chỉ khi lò xo có chiều dài dài nhất.
B. chỉ khi lò xo có chiều dài ngắn nhất.
C. khi lò xo dài nhất hoặc ngắn nhất.
D. khi lò xo có chiều dài tự nhiên.

7.8. Cơ năng của con lắc lò xo khi dao động theo phương nằm ngang bằng :

A. thế năng của con lắc lúc lò xo có chiều dài tự nhiên.
B. động năng của con lắc lúc lò xo có chiều dài tự nhiên.

C. động năng của con lắc lúc lò xo dài nhất hoặc ngắn nhất.

D. A và C đều đúng.

7.9. Với cùng lò xo, nếu khối lượng vật nặng tăng lên 9 lần thì số dao động toàn phần trong 1s của con lắc :

A. giảm đi 3 lần. B. giảm đi 9 lần. C. tăng lên 3 lần. D. tăng lên 9 lần.

7.10. Một con lắc lò xo có chiều dài tự nhiên $l_0 = 20$ cm dao động điều hòa theo phương nằm ngang. Trong quá trình dao động chiều dài dài nhất của lò xo là 25 cm và thời gian từ lúc lò xo ngắn nhất đến dài nhất là 0,25s. Với chiều dương quy ước là chiều lò xo tăng dần và $t = 0$ là lúc lò xo ngắn nhất. Phương trình chuyển động con lắc lò xo là:

A. $x = 5\cos(4\pi t + \pi)$ (cm)

B. $x = 5\cos(4\pi t)$ (cm)

C. $x = 2,5\cos\left(8\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm)

D. $x = 2,5\cos\left(8\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm)

7.11. Con lắc lò xo gồm lò xo có độ cứng $k = 25$ N/m, khối lượng vật nặng $m = 50$ g dao động điều hòa theo phương nằm ngang. Lúc $t = 0$, lò xo có chiều dài tự nhiên và vật nặng đang đi theo chiều âm với độ lớn vận tốc $|v| = 1$ m/s. Phương trình chuyển động con lắc là:

A. $x = 2\cos(10\pi t)$ (cm)

B. $x = 2\cos(10\sqrt{5}t + \pi)$ (cm)

C. $x = 2\sqrt{5}\cos\left(10\sqrt{5}t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm)

D. $x = 2\sqrt{5}\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm)

7.12. Con lắc lò xo dao động điều hòa. Lúc $t = 0$, vật nặng qua li độ $x = 2$ cm theo chiều dương với vận tốc $v = 20\sqrt{3}$ cm/s và gia tốc $a = -2$ m/s². Lúc $t = \frac{\pi}{20}$ s vật qua li độ:

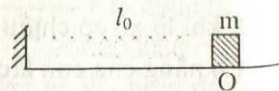
A. $x = 0$. B. $x = 2\sqrt{3}$ cm. C. $x = -2\sqrt{2}$ cm. D. $x = -4$ cm.

7.13. Một con lắc lò xo dao động điều hòa với biên độ 5 cm, chu kỳ 1s. Lấy $\pi^2 = 10$. Độ lớn gia tốc của vật lúc $t = 0$ là 100 cm/s², lúc này vật đang chuyển động nhanh dần theo chiều âm. Phương trình chuyển động của vật được viết dưới dạng hàm cos thì φ bằng:

A. 0. B. $\frac{\pi}{3}$. C. $-\frac{\pi}{3}$. D. $\frac{\pi}{6}$.

7.14. Con lắc lò xo nếu treo thẳng đứng nó dài 30 cm. Lấy $g = 10$ m/s².

Đặt con lắc này trên mặt phẳng nằm ngang thì nó dài 20 cm. Kéo vật đi theo chiều dương cho lò xo dài 25 cm và lúc $t = 0$ thả nhẹ cho vật dao động điều hòa. Phương trình chuyển động của vật là :



A. $x = 5\sin\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm)

B. $x = 5\sin\left(10t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm)

C. $x = 10\sin\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm)

D. $x = 10\sin(10t)$ (cm)

7.15. Một con lắc lò xo đang dao động điều hòa theo phương nằm ngang với biên độ 5 cm. Lúc vật qua vị trí cách vị trí cân bằng 3 cm, tốc độ của vật là 0,8 m/s. Thời gian lò xo bị nén trong mỗi chu kỳ dao động :

A. $\Delta t = 0,314$ s. B. $\Delta t = 0,265$ s. C. $\Delta t = 0,0785$ s. D. $\Delta t = 0,157$ s.

7.16. Một con lắc lò xo dao động điều hòa trên mặt phẳng nằm ngang. Chiều dài con lắc là l với $22(\text{cm}) \leq l \leq 28(\text{cm})$. Lúc chiều dài con lắc là 27 cm thì gia tốc của vật có độ lớn là 1,25 m/s. Biết khối lượng của vật là 400g. Lò xo có độ cứng:

A. $k = 25$ N/m. B. $k = 50$ N/m. C. $k = 100$ N/m. D. $k = 75$ N/m.

7.17. Một con lắc lò xo dao động điều hòa trên mặt phẳng nằm ngang với thời gian từ lúc lò xo ngắn nhất đến lúc dài nhất là 0,75s. Chiều dài tự nhiên của lò xo là 22 cm. Lúc nào đó lò xo dài 25 cm thì sau đó 4,5 s lò xo dài :

A. $l = 22$ cm. B. $l = 23$ cm. C. $l = 25$ cm. D. $l = 18$ cm.

7.18. Một con lắc lò xo dao động điều hòa với biên độ 4 cm xung quanh vị trí cân bằng O. Chiều dài con lắc lúc vật qua vị trí cân bằng O là $l_0 = 30$ cm. Lấy $\pi^2 = 10$. Gia tốc của vật lúc lò xo dài nhất là $a_1 = 40$ m/s² thì sau lúc đó 0,3s lò xo có chiều dài và gia tốc của vật là :

A. $l = 34$ cm và $a_2 = 40$ m/s². B. $l = 26$ cm và $a_2 = -40$ m/s².

C. $l = 30$ cm và $a_2 = 0$. D. $l = 32$ cm và $a_2 = 20$ m/s².

7.19. Một con lắc lò xo dao động điều hòa với phương trình chuyển động:

$x = 5\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (cm). Lúc $t = 1$ s vật đang chuyển động :

A. nhanh dần theo chiều dương. B. chậm dần theo chiều dương.

C. nhanh dần theo chiều âm. D. chậm dần theo chiều âm.

7.20. Một con lắc lò xo gồm lò xo có độ cứng $k = 25$ N/m và vật nặng $m = 100$ g đang nằm yên trên mặt phẳng nằm ngang. Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng rồi thả nhẹ thì vật sẽ dao động điều hòa không tắt. Lấy $\pi^2 = 10$. Sau lúc thả 0,25s:

A. lò xo bị co và vật đi về phía vị trí cân bằng O.

B. lò xo bị co và vật đi ra xa vị trí cân bằng O.

C. lò xo bị giãn và vật đi về phía vị trí cân bằng O.

D. lò xo bị giãn và vật đi ra xa vị trí cân bằng O.

7.21. Khi con lắc lò xo dao động điều hòa, lực kéo về :

A. cực tiểu ở li độ cực tiểu.

B. cực tiểu ở li độ bằng không.

C. cực đại ở li độ cực đại.

D. cực đại ở li độ cực tiểu.

7.22. Con lắc lò xo có khối lượng vật nặng là $m = 40\text{g}$ dao động điều hòa với biên độ $A = 10\text{cm}$. Lúc vật qua li độ $x = 6\text{cm}$ vật có vận tốc $v = 1,6\text{ m/s}$, lực kéo về lúc này :

- A. hướng theo chiều dương với độ lớn 32N .
- B. hướng theo chiều dương với độ lớn $1,8\text{N}$.
- C. hướng theo chiều âm với độ lớn $0,96\text{N}$.
- D. hướng theo chiều âm với độ lớn 96N .

7.23. Con lắc lò xo có khối lượng vật nặng là $m = 100\text{g}$ dao động điều hòa trên phương nằm ngang. Chiều dài tự nhiên của lò xo là $l_0 = 30\text{ cm}$. Đưa vật ra khỏi vị trí cân bằng sao cho lò xo dài 32 cm rồi truyền cho vật vận tốc có độ lớn $8\pi\text{ cm/s}$ và hướng về vị trí cân bằng của vật thì sau $0,5\text{s}$ vật trở lại vị trí đầu với chiều hướng về vị trí cân bằng. Chọn $t = 0$ là lúc vật bắt đầu dao động và chiều dương là chiều chuyển động lúc đầu. Lấy $\pi^2 = 10$. Lực kéo về vào lúc $t = \frac{1}{4}\text{ s}$:

- A. hướng theo chiều dương và độ lớn 16N .
- B. hướng theo chiều âm và độ lớn 32N .
- C. hướng theo chiều dương và độ lớn $1,6\text{N}$.
- D. hướng theo chiều âm và độ lớn là $0,32\text{N}$.

7.24. Một con lắc lò xo có độ cứng $k = 10\text{ N/m}$, chiều dài tự nhiên $l_0 = 28\text{ cm}$ và vật nặng $m = 90\text{g}$ đang nằm yên trên mặt phẳng nằm ngang. Kéo vật nặng ra khỏi vị trí cân bằng sao cho lò xo dài 32 cm rồi thả nhẹ cho vật dao động điều hòa. Lấy $\pi^2 = 10$. Thời gian nhỏ nhất để chiều dài lò xo thay đổi từ 32 cm đến 30 cm là:

- A. $\Delta t = 0,1\text{s}$.
- B. $\Delta t = 0,05\text{s}$.
- C. $\Delta t = 0,075\text{s}$.
- D. $\Delta t = 0,15\text{s}$.

7.25. Một con lắc lò xo dao động điều hòa trên mặt phẳng nằm ngang. Vận tốc vật nặng lúc lực kéo về có độ lớn cực tiểu là $v = 47,1\text{ cm/s}$ và thời gian để vật chuyển động từ lúc có vận tốc cực đại đến lúc có vận tốc cực tiểu kế tiếp là $0,4\text{s}$. Lấy $\pi = 3,14$. Thời gian bé nhất từ lúc lò xo co 3 cm đến lúc giãn 3 cm là :

- A. $\Delta t = \frac{4}{15}\text{ s}$.
- B. $\Delta t = \frac{2}{15}\text{ s}$.
- C. $\Delta t = \frac{1}{15}\text{ s}$.
- D. $\Delta t = \frac{5}{6}\text{ s}$.

7.26. Một con lắc lò xo có độ cứng $k = 40\text{ N/m}$ và vật nặng $m = 25\text{g}$ dao động điều hòa trên mặt phẳng nằm ngang với gia tốc cực đại là 48 m/s^2 . Tốc độ trung bình $\bar{v}$ của vật nặng trong thời gian vật có gia tốc cực tiểu đến lúc cực đại là:

- A. $\bar{v} = 84,25\text{cm/s}$.
- B. $\bar{v} = 125,58\text{cm/s}$.
- C. $\bar{v} = 22,16\text{cm/s}$.
- D. $\bar{v} = 76,43\text{cm/s}$.

7.27. Một con lắc lò xo dao động điều hòa trên mặt phẳng nằm ngang, chiều dài lò xo thay đổi từ 12 cm đến 28 cm . Lúc $t = 0$ lò xo dài 16 cm và liền sau đó chiều dài lò xo tăng lên. Quãng đường mà vật đi được trong $\frac{1}{4}$ chu kỳ kể từ

lúc $t = 0$ là:

- A. $S = 10,9\text{cm}$.
- B. $S = 8\text{cm}$.
- C. $S = 19,3\text{cm}$.
- D. $S = 4,8\text{cm}$.

7.28. Con lắc lò xo đang dao động điều hòa với biên độ 4 cm , chu kỳ 2s . Tốc độ trung bình của vật trong khoảng thời gian $\frac{2}{3}$ s kể từ lúc vật đang ở điểm biên là :

- A. $\bar{v} = 12\text{cm/s}$.
- B. $\bar{v} = 15\text{cm/s}$.
- C. $\bar{v} = 9\text{cm/s}$.
- D. $\bar{v} = 6\text{cm/s}$.

7.29. Một con lắc lò xo gồm lò xo và vật nặng $m = 200\text{g}$ dao động điều hòa trên mặt phẳng nằm ngang với chu kỳ $T = 1\text{s}$. Sau khi bắt đầu dao động được $2,5\text{s}$ lò xo bị giãn 5 cm . Lấy $\pi^2 = 10$. Lực đàn hồi của lò xo tác dụng lên vật nặng lúc bắt đầu dao động là :

- A. $F = 0,2\text{N}$.
- B. $F = 0,4\text{N}$.
- C. $F = 10\text{N}$.
- D. $F = 6\text{N}$.

7.30. Con lắc lò xo đang dao động điều hòa theo phương nằm ngang với chu kỳ 1s , biên độ 7 cm . Lúc $t = 0$ lò xo có chiều dài tự nhiên và liền sau đó lò xo giãn thì lúc $t = \frac{7}{12}\text{ s}$ lò xo :

- A. giãn $3,5\text{cm}$.
- B. co $3,5\text{cm}$.
- C. giãn $5,0\text{cm}$.
- D. co $5,0\text{cm}$.

7.31. Con lắc lò xo dao động điều hòa theo phương nằm ngang. Lò xo có độ cứng $k = 40\text{ N/m}$ và chiều dài tự nhiên là $l_0 = 26\text{cm}$. Động năng con lắc lúc lò xo có chiều dài tự nhiên là $W_d = 0,2\text{ J}$. Trong quá trình dao động chiều dài lò xo là l với :

- A. $18 \leq l \leq 34\text{ (cm)}$
- B. $20 \leq l \leq 30\text{ (cm)}$
- C. $24 \leq l \leq 28\text{ (cm)}$
- D. $16 \leq l \leq 36\text{ (cm)}$

7.32. Con lắc lò xo dao động điều hòa theo phương nằm ngang. Lúc động năng cực đại con lắc dài $17,732\text{ cm}$, lúc động năng bằng 2 lần thế năng con lắc dài 16 cm . Lấy $\sqrt{3} \approx 1,732$. Trong quá trình dao động, chiều dài dài nhất của con lắc là :

- A. $l_{\max} = 20,732\text{ cm}$.
- B. $l_{\max} = 18,264\text{ cm}$.
- C. $l_{\max} = 19,464\text{ cm}$.
- D. $l_{\max} = 22,148\text{ cm}$.

7.33. Vật nặng của con lắc lò xo dao động điều hòa với biên độ A . Khi vật qua li độ $x = \frac{A}{2}$ thì động năng bằng :

- A. $\frac{3}{4}$ cơ năng.
- B. $\frac{1}{2}$ cơ năng.
- C. $\frac{1}{4}$ cơ năng.
- D. $\frac{3}{8}$ cơ năng.

7.34. Một con lắc lò xo dao động điều hòa với phương trình chuyển động :

$x = A \cos \pi t$. Động năng bằng thế năng lần đầu tiên kể từ $t = 0$ là lúc :

- A. $t = 1s$. B. $t = 2s$. C. $t = \frac{1}{4}s$. D. $t = \frac{1}{2}s$.

7.35. Một con lắc lò xo dao động điều hòa với tần số f thì động năng, thế năng biến đổi với tần số :

- A. f . B. $2f$. C. $\frac{f}{2}$ D. $4f$

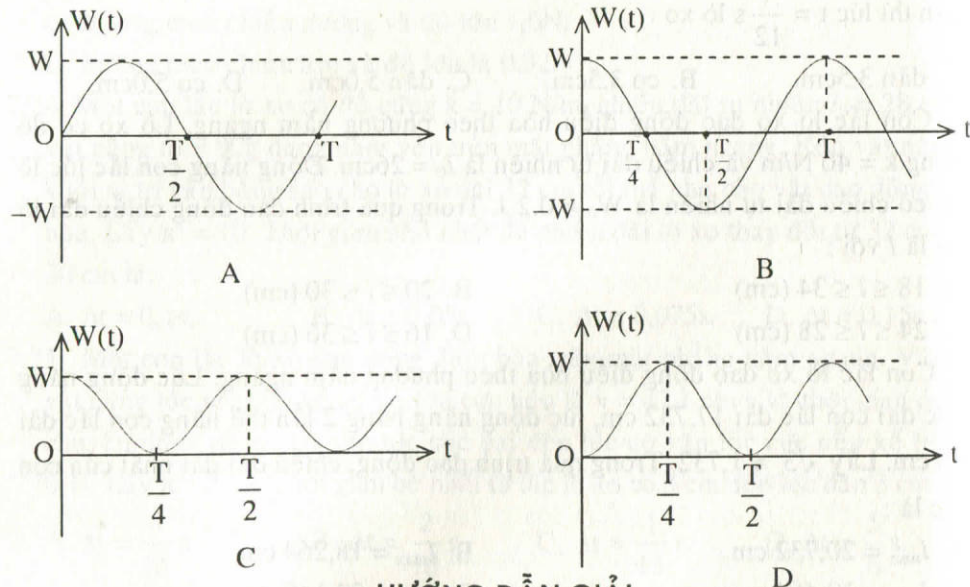
7.36. Con lắc lò xo dao động điều hòa với chu kỳ T thì thời gian giữa hai lần liên tiếp động năng bằng thế năng là :

- A. $\Delta t = T$ B. $\Delta t = \frac{T}{2}$ C. $\Delta t = 2T$ D. $\Delta t = \frac{T}{4}$

7.37. Con lắc lò xo có độ cứng $k = 10 \text{ N/m}$ và vật nặng $m = 40g$ dao động điều hòa. Lấy $\pi^2 = 10$. Thời gian giữa hai lần liên tiếp động năng bằng thế năng là:

- A. $\Delta t = 0,1 (s)$ B. $\Delta t = 0,4 (s)$ C. $\Delta t = 0,2 (s)$ D. $\Delta t = 0,8 (s)$

7.38. Phương trình chuyển động của con lắc lò xo có dạng $x = A \cos \omega t$ với chu kỳ T , cơ năng W . Đồ thị của thế năng W_1 theo thời gian là :

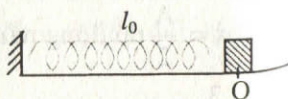


HƯỚNG DẪN GIẢI

7.1. Đáp án A.

Khi chiều dài lò xo trở về chiều dài tự nhiên l_0 thì vật nặng qua vị trí cân bằng O. Thời gian giữa hai lần

liên tiếp để vật qua vị trí cân bằng O là $\frac{T}{2} = 1(s)$.



7.2. Đáp án B.

A. $m = \frac{k}{\omega^2} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$: đúng.

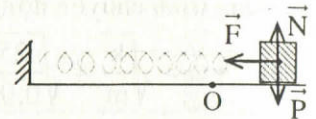
B. $k = \frac{m}{4\pi^2 f^2} \rightarrow f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m}{k}}$: sai (công thức đúng là $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$)

C. $kT^2 = 4\pi^2 \cdot m \rightarrow T = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m}{k}}$: đúng.

D. $T \cdot \omega = 2\pi \rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega}$: đúng.

7.3. Đáp án D.

Vì trọng lực $\vec{P}$ và phản lực $\vec{N}$ luôn luôn triệt tiêu nên hợp lực tác dụng vào vật chỉ là lực đàn hồi $\vec{F}$ của lò xo. Lực này luôn hướng về vị trí cân bằng nên gọi là lực kéo về.



7.4. Đáp án C. Lực kéo về luôn luôn hướng về vị trí cân bằng.

7.5. Đáp án C.

Theo định luật II Niu-tơn thì $\vec{F} = m\vec{a}$, mà $\vec{F}$ hướng về vị trí cân bằng nên $\vec{a}$ cũng hướng về vị trí cân bằng.

7.6. Đáp án B.

Lực kéo về : $F = -k \cdot x$

Độ lớn lực kéo về: $|F| = k|x|$

$|F|$: max khi $x = \pm A$, lúc này vật ở hai điểm biên, lúc đó lò xo hoặc dài nhất hoặc ngắn nhất.

7.7. Đáp án D.

Khi lò xo có chiều dài tự nhiên, vật qua vị trí cân bằng, vận tốc của vật có độ lớn cực đại, lúc đó động năng của con lắc là:

$$W_d = \frac{1}{2} m v_{\max}^2 : \max$$

7.8. Đáp án B.

A. Sai vì lúc lò xo có chiều dài tự nhiên thì li độ của vật là $x = 0 \rightarrow W_t = 0$.

B. Đúng vì lúc lò xo có chiều dài tự nhiên thì $W_t = 0 \rightarrow W = W_t + W_d = W_d$

C. Sai vì $l_{\max}$ hoặc $l_{\min}$ thì $v = 0 \rightarrow W_d = 0$

7.9. Đáp án A.

Số dao động trong 1s là tần số f với : $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$

Với k không đổi, m tăng lên 9 lần thì f giảm 3 lần.

7.10. Đáp án A.

Phương trình chuyển động : $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

Với :

$$\bullet \frac{T}{2} = 0,25 \text{ (s)} \rightarrow T = 0,5 \text{ (s)} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,5} = 4\pi \text{ (rad/s)}$$

$$\bullet A : l_{\max} - l_0 = 25 - 20 = 5 \text{ (cm)}$$

$$\bullet t = 0 : x = -A = -5 \text{ (cm)}$$

$$-5 = 5 \cos \varphi \rightarrow \varphi = \pi.$$

$$\text{Vậy: } x = 5 \cos(4\pi t + \pi) \text{ (cm)}$$

7.11. Đáp án C.

Phương trình chuyển động: $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

$$\text{Với: } \bullet \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{25}{0,05}} = 10\sqrt{5} \text{ (rad/s)}$$

• Lúc lò xo có chiều dài tự nhiên thì vật qua vị trí cân bằng O với

$$|v| = v_{\max} = \omega A \rightarrow A = \frac{|v|}{\omega} = \frac{100}{10\sqrt{5}} = 2\sqrt{5} \text{ (cm)}$$

• Lúc $t = 0, x = 0, v < 0$:

$$\begin{cases} 0 = A \cos \varphi \\ v = -\omega A \sin \varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = 0 \\ \sin \varphi > 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}.$$

$$\text{Vậy: } x = 2\sqrt{5} \cos\left(10\sqrt{5}t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$$

7.12. Đáp án B.

$$a = -\omega^2 x \rightarrow \omega = \sqrt{-\frac{a}{x}} = \sqrt{\frac{200}{2}} = 10 \text{ (rad/s)}$$

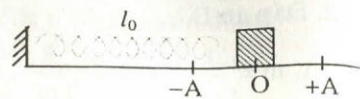
$$A = \sqrt{x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2} = \sqrt{2^2 + \left(\frac{20\sqrt{3}}{10}\right)^2} = 4 \text{ (cm)}$$

$t = 0 : x = 2 \text{ cm}$ và $v > 0$

$$\begin{cases} 2 = 4 \cos \varphi \\ v = -\omega A \sin \varphi > 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = \frac{1}{2} \\ \sin \varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{3}$$

$$\text{Vậy: } x = 4 \cos\left(10t - \frac{\pi}{3}\right) \text{ (cm)}$$

$$\text{Lúc } t = \frac{\pi}{20} \text{ s: } x = 4 \cos\left(10 \cdot \frac{\pi}{20} - \frac{\pi}{3}\right) = 4 \cos\left(\frac{\pi}{6}\right) = 2\sqrt{3} \text{ (cm)}$$



7.13. Đáp án B.

$$\text{Ta có: } A = 5 \text{ cm}, \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi \text{ (rad/s)}$$

$$(*) \begin{cases} v = -10\pi \sin(2\pi t + \varphi) \\ a = -20\pi^2 \cos(2\pi t + \varphi) = -200 \cos(2\pi t + \varphi) \end{cases}$$

$$\text{Lúc } t = 0 : \begin{cases} av > 0 \\ v < 0 \end{cases} \Rightarrow a < 0 \text{ tức } a = -100 \text{ cm/s}^2$$

$$(*) \Rightarrow \begin{cases} -10\pi \sin \varphi < 0 \\ -100 = -200 \cos \varphi \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sin \varphi > 0 \\ \cos \varphi = \frac{1}{2} \end{cases} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{3}.$$

7.14. Đáp án B.

Phương trình chuyển động : $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

Khi treo thẳng đứng:

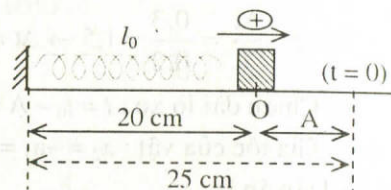
$$mg = k \Delta l_0 \rightarrow \frac{k}{m} = \frac{g}{\Delta l_0} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{\Delta l_0}}$$

$$\text{Với } \Delta l_0 = 30 - 20 = 10 \text{ cm nên: } \omega = \sqrt{\frac{10}{0,1}} = 10 \text{ (rad/s)}$$

Vì thả nhẹ vật nên $A = 25 - 20 = 5 \text{ (cm)}$

$t = 0 : x = 5 \text{ cm}$ nên $5 = 5 \cos \varphi \rightarrow \varphi = 0$

$$\text{Vậy: } x = 5 \cos(10t) = 5 \sin\left(10t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$$



7.15. Đáp án D.

$$A^2 = x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2 \rightarrow \omega = \frac{|v|}{\sqrt{A^2 - x^2}} = \frac{80}{\sqrt{5^2 - 3^2}} = 20 \text{ (rad/s)}$$

$$\rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{20} = 0,314 \text{ (s)}$$

Trong mỗi chu kỳ dao động, thời gian lò xo bị nén là : $\Delta t = \frac{T}{2} = 0,157 \text{ (s)}$

7.16. Đáp án A.

Chiều dài con lắc lúc vật qua vị trí cân bằng :

$$l_0 = \frac{l_1 + l_2}{2} = \frac{22 + 28}{2} = 25 \text{ (cm)}$$

$$\text{Ta có: } \begin{cases} |x| = 27 - 25 = 2 \text{ (cm)} \\ |a| = 1,25 \text{ m/s}^2 = 125 \text{ cm/s}^2 \end{cases} \Rightarrow \omega^2 = \frac{|a|}{|x|} = \frac{125}{2} = 62,5 \text{ (rad/s)}^2$$

$$K = m \cdot \omega^2 = 0,4 \cdot 62,5 = 25 \text{ (N/m)}$$

7.17. Đáp án C.

$$T = 2 \times 0,75 = 1,5 \text{ (s)}$$

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{4,5}{1,5} = 3 \rightarrow \Delta t = 3T : \text{Sau 3 chu kỳ vật trở về vị trí cũ nên lò xo có chiều}$$

dài như cũ : $l = 25 \text{ cm}$.

7.18. Đáp án B.

Lúc lò xo dài nhất vật ở điểm biên ($x = \pm A$), lúc này :

$$|a_1| = \omega^2 A \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{|a_1|}{A}} = \sqrt{\frac{4000}{4}} = 10\pi \text{ (rad/s)}$$

$$\rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{10\pi} = 0,2 \text{ (s)}$$

$$\text{Ta có : } \frac{\Delta t}{T} = \frac{0,3}{0,2} = 1,5 \rightarrow \Delta t = 1,5T : \text{Sau } 1,5T \text{ vật qua điểm biên kia, lúc này:}$$

$$+ \text{ Chiều dài lò xo : } l = l_0 - A = 26 \text{ (cm)}$$

$$+ \text{ Gia tốc của vật : } a_2 = -a_1 = -40 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

7.19. Đáp án B.

$$\begin{cases} v = x' = -20\pi \sin\left(4\pi t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm/s)} \\ a = -\omega^2 x = -80\pi^2 \cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm/s}^2\text{)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} v = -20\pi \sin\left(4\pi t - \frac{\pi}{4}\right) > 0 \\ a = -80\pi^2 \cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{4}\right) < 0 \end{cases}$$

$$\text{Lúc } t = 1\text{ s : } \begin{cases} v = -20\pi \sin\left(4\pi - \frac{\pi}{4}\right) > 0 \\ a = -80\pi^2 \cos\left(4\pi - \frac{\pi}{4}\right) < 0 \end{cases} \Rightarrow av < 0 : \text{vật chuyển động chậm dần.}$$

Tóm lại : vật chuyển động chậm dần theo chiều dương.

7.20.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{0,1}{25}} = \frac{2}{5} \sqrt{\pi^2 \cdot 0,1} = 0,4 \text{ (s)}$$

Chú ý rằng : $0,2 < \Delta t = 0,25 < 0,3$

$$\frac{T}{2} < \Delta t < \frac{3T}{4} : \text{Sau khi thả } \Delta t = 0,25 \text{ (s) vật đang ở trong khoảng}$$

QO (tức lò xo bị co) và đang đi về O.

7.21. Đáp án D.

$$\text{Lực kéo về : } F = -k.x$$

$$F_{\min} = -kA \text{ với } x = A : \text{li độ cực đại}$$

$$F_{\max} = kA \text{ với } x = -A : \text{li độ cực tiểu}$$

7.22. Đáp án C.

$$A^2 = x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2 \rightarrow \omega = \frac{|v|}{\sqrt{A^2 - x^2}} = \frac{160}{\sqrt{10^2 - 6^2}} = 20 \text{ (rad/s)}$$

$$K = m\omega^2 = 0,04.20^2 = 16 \text{ (N/m)}$$

$$\text{Lực kéo về : } F = -k.x = -16.0,06 = -0,96 \text{ (N)} < 0$$

Vậy lực kéo về hướng theo chiều âm với độ lớn 0,96N

7.23. Đáp án D.

$$T = 0,5\text{ s} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,5} = 4\pi \text{ (rad/s)}$$

$$A = \sqrt{x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2} = \sqrt{(-2)^2 + \left(\frac{8\pi}{4\pi}\right)^2} = 2\sqrt{2} \text{ (cm)}$$

$$t = 0, x = -2 \text{ cm và } v > 0$$

$$\begin{cases} -2 = 2\sqrt{2} \cos \varphi \\ v = -\omega A \sin \varphi > 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = -\frac{\sqrt{2}}{2} \\ \sin \varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = -\frac{3\pi}{4}$$

$$\text{Vậy : } x = 2\sqrt{2} \cos\left(4\pi t - \frac{3\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$$

$$\text{Lực kéo về : } F = -k.x$$

$$\text{Với } k = m\omega^2 = 0,1(4\pi)^2 = 16 \text{ (N/m) nên } F = -16.2\sqrt{2} \cdot 10^{-2} \cos\left(4\pi t - \frac{3\pi}{4}\right)$$

$$\text{Lúc } t = \frac{1}{4} \text{ s : } F = -16.2\sqrt{2} \cdot 10^{-2} \cos\left(4\pi \cdot \frac{1}{4} - \frac{3\pi}{4}\right)$$

$$= -16.2\sqrt{2} \cdot 10^{-2} \cos \frac{\pi}{4} = -0,32 \text{ (N)} < 0$$

$F < 0$ nên lực kéo về hướng theo chiều âm với $|F| = 0,32 \text{ (N)}$

7.24. Đáp án A.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{0,09}{10}} = 0,6 \text{ (s)}$$

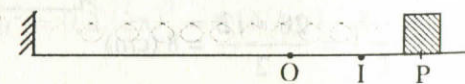
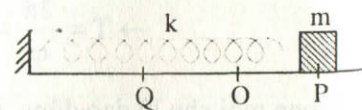
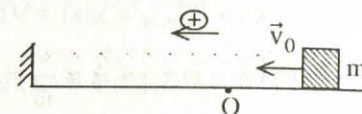
$$\text{Vì thả vật không vận tốc đầu nên : } A = l - l_0 = 32 - 28 = 4 \text{ (cm)}$$

Khi chiều dài lò xo thay đổi từ 32 cm đến 30 cm thì vật đã dịch đi từ P $\rightarrow$ I với:

$$PI = 32 - 30 = 2 \text{ (cm)}$$

I là trung điểm của OP.

$$\text{Thời gian để vật đi từ P } \rightarrow \text{ I là: } \Delta t = \frac{T}{6} = 0,1 \text{ (s)}$$



7.25. Đáp án B.

$v_{\max}$ và $v_{\min}$ khi vật qua O với hai chiều ngược nhau. Thời gian giữa hai lần kế tiếp vật qua O theo hai chiều ngược nhau là:

$$\frac{T}{2} = 0,4 \text{ (s)} \rightarrow T = 0,8 \text{ s} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 2,5\pi \text{ (rad/s)}$$

$$F = -k.x \rightarrow |F|_{\min} = k|x| = 0 \text{ tại } x = 0.$$

$$\text{Lúc này } v = \omega A \rightarrow A = \frac{v}{\omega} = \frac{47,1}{2,5\pi} = 6 \text{ (cm)}$$

Thời gian khi vật chuyển động từ I $\rightarrow$ O và từ O $\rightarrow$ J bằng nhau và bằng $\frac{T}{12}$

$$\text{Vậy : } \Delta t = 2 \cdot \frac{T}{12} = \frac{T}{6} = \frac{0,8}{6} = \frac{2}{15} \text{ (s)}$$

7.26. Đáp án D.

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{40}{0,025}} = 40 \text{ (rad/s)} \rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{\pi}{20} \text{ (s)}$$

$$a_{\max} = \omega^2 A \rightarrow A = \frac{a_{\max}}{\omega^2} = \frac{4800}{40^2} = 3 \text{ (cm)}$$

$$\text{có : } a = -\omega^2 x \Rightarrow \begin{cases} a_{\min} = -\omega^2 A \text{ ứng với } x = A \\ a_{\max} = \omega^2 A \text{ ứng với } x = -A \end{cases}$$

Thời gian từ lúc $a_{\min} \rightarrow a_{\max}$ là : $\Delta t = \frac{T}{2} = \frac{\pi}{40} \text{ (s)}$ và quãng đường : $S = 2A = 6 \text{ (cm)}$

$$\text{Có: } \bar{v} = \frac{S}{\Delta t} = \frac{6}{\frac{\pi}{40}} \approx 76,43 \text{ (cm/s)}$$

7.27. Đáp án A.

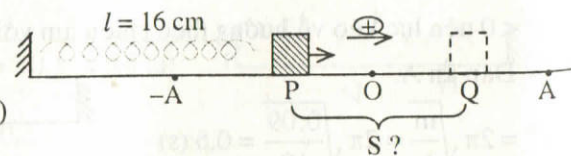
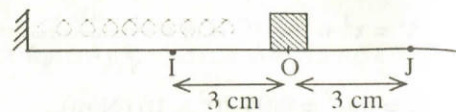
$$A = \frac{l_2 - l_1}{2} = \frac{28 - 12}{2} = 8 \text{ (cm)}$$

$$l_0 = \frac{l_1 + l_2}{2} = \frac{12 + 18}{2} = 20 \text{ (cm)}$$

Nếu chọn chiều dương là chiều lò xo giãn thì lúc $t = 0$ vật ở P mà :

$x_P = -(20 - 16) = -4 \text{ cm}$ và $v_P > 0$ nên :

$$\begin{cases} -4 = 8 \cos \varphi \\ v = -\omega A \sin \varphi > 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = -\frac{1}{2} \\ \sin \varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = -\frac{2\pi}{3}$$



$$\text{Vậy : } x = 8 \cos \left(\omega t - \frac{2\pi}{3} \right) \text{ (cm)}$$

$$\text{Lúc } t = \frac{T}{4} \text{ vật tới Q mà : } \begin{cases} x_Q = 8 \cos \left(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{4} - \frac{2\pi}{3} \right) = 8 \cos \left(-\frac{\pi}{6} \right) = 4\sqrt{3} \\ v_Q = -\omega A \sin \left(-\frac{\pi}{6} \right) > 0 \end{cases}$$

$$\text{Quãng đường vật đi được : } S = PO + OQ = 4 + 4\sqrt{3} \approx 10,9 \text{ (cm)}$$

7.28. Đáp án C.

Vật dao động điều hòa trên đoạn PQ với : $OP = OQ = 4 \text{ (cm)}$

Lúc đầu vật ở P thì sau $\frac{2}{3}s = \frac{T}{3}$ vật tới H và đoạn PH chính là hình chiếu của

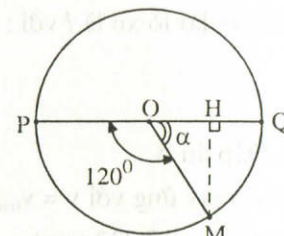
cung $\widehat{PM}$ ứng với góc $\widehat{POM} = 120^\circ$

$$\rightarrow \alpha = \widehat{MOH} = 60^\circ$$

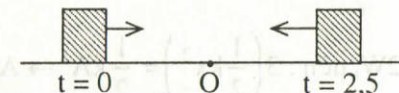
$$\rightarrow OH = OM \cdot \cos \alpha = 4 \cdot \frac{1}{2} = 2 \text{ (cm)}$$

$$\rightarrow S = PH = PO + OH = 6 \text{ (cm)}$$

$$\text{Tốc độ trung bình : } \bar{v} = \frac{S}{\Delta t} = \frac{6}{\frac{2}{3}} = 9 \text{ (cm/s)}$$



7.29. Đáp án B.



$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{2,5}{1} = 2,5 \rightarrow \Delta t = 2,5T : \text{Sau } 2,5 \text{ chu kỳ vật đi qua vị trí đối xứng với vị trí}$$

lúc bắt đầu dao động qua vị trí cân bằng O, do đó lúc bắt đầu dao động lò xo bị co $\Delta t = 5 \text{ cm}$.

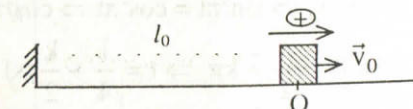
$$\text{Lực đàn hồi : } F = k \cdot \Delta l \text{ với } \begin{cases} \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \text{ (rad/s)} \\ k = m \cdot \omega^2 = 0,2 \cdot (2\pi)^2 = 8 \text{ (N/m)} \end{cases}$$

$$\text{Nên } F = 8 \cdot 5 \cdot 10^{-2} = 0,4 \text{ (N)}$$

7.30. Đáp án B.

Chọn chiều dương trùng với chiều vật qua O lúc $t = 0$.

$$\text{Có : } \begin{cases} x = 7 \cos(2\pi t + \varphi) \\ v = -14\pi \sin(2\pi t + \varphi) \end{cases}$$



$$\text{Lúc } t = 0 \begin{cases} O = 7 \cos \varphi \\ v = -14\pi \sin \varphi > 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = 0 \\ \sin \varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$$

$$\text{Vậy: } x = 7\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right) (\text{cm})$$

$$\text{Lúc } t = \frac{7}{12} \text{ s: } x = 7\cos\left(2\pi \cdot \frac{7}{12} - \frac{\pi}{2}\right) = 7\cos\left(\frac{2\pi}{3}\right) = -3,5 (\text{cm}) < 0: \text{ lò xo co } 3,5 (\text{cm})$$

7.31. Đáp án D.

$$\text{Có: } W_t + W_d = \frac{1}{2} kA^2$$

$$\text{Lúc lò xo có chiều dài tự nhiên, vật qua vị trí cân bằng } (x = 0): W_t = \frac{1}{2} kx^2 = 0$$

$$\text{Nên } W_d = \frac{1}{2} kA^2 \rightarrow A = \sqrt{\frac{2W_d}{k}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{40}} = 0,1 (\text{m}) = 10 (\text{cm})$$

$$\begin{aligned} \text{Chiều dài lò xo là } l \text{ với: } l_0 - A \leq l \leq l_0 + A \\ 26 - 10 \leq l \leq 26 + 10 \\ 16 \leq l \leq 36 (\text{cm}) \end{aligned}$$

7.32. Đáp án A.

W_d : max ứng với $v = v_{\max}$: vật qua vị trí cân bằng, lò xo có chiều dài tự nhiên.

$$\text{Vậy: } l_0 = 17,732 (\text{cm})$$

$$W_d + W_t = \frac{1}{2} kA^2$$

$$\text{Vì } W_d = 2W_t \text{ nên: } 3\left(\frac{1}{2} kx^2\right) = \frac{1}{2} kA^2 \rightarrow A = \sqrt{3} \cdot |x|$$

$$\text{Với } |x| = 17,732 - 16 = 1,732 = \sqrt{3} (\text{cm}) \text{ nên } A = 3 (\text{cm})$$

$$l_{\max} = l_0 + A = 17,732 + 3 = 20,732 (\text{cm})$$

7.33. Đáp án A.

$$x = \frac{A}{2} \Rightarrow W_t = \frac{1}{2} k \cdot \frac{A^2}{4} = \frac{1}{4} W \Rightarrow W_d = \frac{3}{4} W$$

7.34. Đáp án C.

$$\begin{cases} W_d = W \cdot \sin^2 \pi t \\ W_t = W \cdot \cos^2 \pi t \end{cases}$$

$$W_d = W_t \Rightarrow \sin^2 \pi t = \cos^2 \pi t \Rightarrow \cos^2 \pi t - \sin^2 \pi t = 0 \Rightarrow \cos(2\pi t) = 0$$

$$\Leftrightarrow 2\pi t = \frac{\pi}{2} + k\pi \Rightarrow t = \frac{1}{4} + \frac{k}{2} (\text{s})$$

$$\text{Lần đầu tiên kể từ } t = 0 \text{ ứng với } k = 0 \text{ nên } t = \frac{1}{4} (\text{s}).$$

7.35. Đáp án B.

Nếu vật dao động điều hòa với chu kì T , tần số f thì động năng, thế năng biến đổi với chu kì $\frac{T}{2}$ ứng với tần số $2f$.

7.36. Đáp án D.

$$\text{Có: } \begin{cases} W_t = W \cos^2(\omega t + \varphi) \\ W_d = W \sin^2(\omega t + \varphi) \end{cases}$$

$$\begin{aligned} W_t = W_d \Rightarrow \cos^2(\omega t + \varphi) = \sin^2(\omega t + \varphi) \Rightarrow \cos^2(\omega t + \varphi) - \sin^2(\omega t + \varphi) = 0 \\ \Rightarrow \cos 2(\omega t + \varphi) = 0 \Rightarrow 2(\omega t + \varphi) = \frac{\pi}{2} + k\pi \end{aligned}$$

Gọi t_1, t_2 là các thời điểm liên tiếp có $W_t = W_d$ thì:

$$\begin{cases} 2(\omega t_1 + \varphi) = \frac{\pi}{2} + k\pi & (1) \\ 2(\omega t_2 + \varphi) = \frac{\pi}{2} + (k+1)\pi & (2) \end{cases}$$

$$(2) - (1) \Rightarrow 2\omega(t_2 - t_1) = \pi \Rightarrow \Delta t = t_2 - t_1 = \frac{\pi}{2\omega} = \frac{T}{4}$$

7.37. Đáp án A.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{0,04}{10}} \approx 0,4 (\text{s})$$

$$\text{Thời gian giữa 2 lần liên tiếp } W_d = W_t \text{ là: } \Delta t = \frac{T}{4} = 0,1 (\text{s})$$

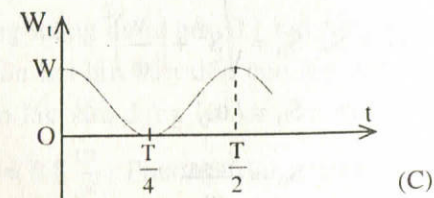
7.38. Đáp án C.

$$\begin{aligned} W_t &= \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} kA^2 \cos^2(\omega t) = W \cdot \cos^2(\omega t) = W \cdot \frac{1 + \cos(2\omega t)}{2} \\ &= \frac{W}{2} + \frac{W}{2} \cdot \cos(2\omega t): W_t \text{ biến đổi với chu kì } T' = \frac{2\pi}{2\omega} = \frac{1}{2} \left(\frac{2\pi}{\omega}\right) = \frac{T}{2} \end{aligned}$$

Một số giá trị đặc biệt:

t	0	$\frac{T}{4}$	$\frac{T}{2}$
W_t	W	0	W

Đó là đồ thị (C).

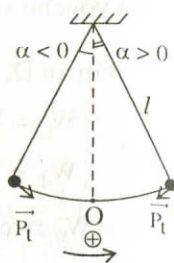


(C)

Bài 8. CON LẮC ĐƠN

TÓM TẮT LÝ THUYẾT

- Con lắc đơn gồm một vật nhỏ, khối lượng m treo ở đầu một sợi dây không giãn, khối lượng không đáng kể, dài l .
- Vị trí cân bằng của con lắc là vị trí mà dây treo có phương thẳng đứng.



- Lực kéo về: $P_1 = -mgsin\alpha$

Với dao động bé: $P_1 = -mg\alpha = -mg \cdot \frac{S}{l}$

- Với dao động bé, con lắc đơn dao động điều hòa theo phương trình:

$$S = S_0 \cos(\omega t + \varphi) \text{ với } \begin{cases} \omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \\ S_0 = l\alpha_0 \end{cases}$$

- Chu kỳ dao động: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

- Động năng: $W_d = \frac{1}{2}mv^2$

- Thế năng: $W_t = mgl(1 - \cos\alpha)$

- Cơ năng: $W = W_d + W_t = \text{hằng số}$.

BÀI TẬP CƠ BẢN

Dạng 1. VIẾT PHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN ĐỘNG CỦA CON LẮC ĐƠN KHI DAO ĐỘNG BÉ

Nói chung cách viết phương trình chuyển động của con lắc đơn khi dao động bé cũng giống như cách viết phương trình chuyển động của vật dao động điều hòa. Cụ thể ta lần lượt thực hiện các bước sau:

1. Viết phương trình tổng quát: $S = S_0 \cos(\omega t + \varphi)$

2. Tính ω : $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$

3. Tính S_0 : $S_0 = \sqrt{S^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2}$

$$S_0 = l\alpha_0$$

$$S_0 = \frac{v_{\max}}{\omega}$$

.....

4. Tính φ :

Dựa vào điều kiện ban đầu:

Lúc $t = 0$ thì $S = a$ (đã biết) và $v > 0$ (hay $v < 0$)

$$\begin{cases} a = S_0 \cos \varphi \\ v = -\omega S_0 \sin \varphi > 0 \text{ (hay } v < 0) \end{cases} \Rightarrow \varphi$$

Chú ý: Từ phương trình: $S = S_0 \cos(\omega t + \varphi)$

$$\Rightarrow \frac{S}{l} = \frac{S_0}{l} (\cos \omega t + \varphi) \text{ hay } \alpha = \alpha_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

Ví dụ 1: Một con lắc đơn dài 1m dao động điều hòa nơi $g = 9,86 \text{ m/s}^2$. Lúc $t = 0$ con lắc qua vị trí cân bằng thẳng đứng theo chiều dương với vận tốc $0,157 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Phương trình chuyển động của con lắc là:

A. $S = 5 \cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$

B. $S = 5 \cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$

C. $S = 10 \cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$

D. $S = 10 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$

Giải

- Con lắc đơn dao động điều hòa nên phương trình chuyển động:

$$S = S_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} = \sqrt{\frac{9,86}{1}} \approx \pi \text{ (rad/s)}$$

- Lúc qua vị trí cân bằng, $v = v_{\max} = \omega S_0$

$$\Rightarrow S_0 = \frac{v_{\max}}{\omega} = \frac{0,157}{\pi} = 0,05 \text{ (m)} = 5 \text{ (cm)}$$

- Lúc $t = 0$, $S = S_0$ và $v > 0$

$$\begin{cases} 0 = S_0 \cos \varphi \\ v = -\omega S_0 \sin \varphi > 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = 0 \\ \sin \varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$$

Vậy: $S = 5 \cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$. Chọn đáp án **B**.

Ví dụ 2: Tách con lắc ra khỏi vị trí cân bằng thẳng đứng góc $0,1 \text{ rad}$ rồi thả nhẹ cho nó dao động điều hòa. Thời gian giữa hai lần liên tiếp con lắc qua vị trí cân bằng là $0,628\text{s}$. Lấy $t = 0$ là lúc con lắc vừa dừng lại và liên sau đó nó chuyển động theo chiều dương. Lấy $g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Phương trình chuyển động con lắc là:

- A. $S = 2,16\cos(\pi t + \pi)$ (cm) B. $S = 2,16\cos(5t)$ (cm)
C. $S = 3,92\cos(\pi t)$ (cm) D. $S = 3,92\cos(5t + \pi)$ (cm)

Giải

- Vì thả nhẹ nên con lắc dao động điều hòa với biên độ góc $\alpha_0 = 0,1$ rad.
Phương trình chuyển động: $S = S_0\cos(\omega t + \varphi)$

- Theo đề: $\frac{T}{2} = 0,628 \rightarrow T = 1,256$ (s)

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 5 \text{ (rad/s)}$$

- $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \rightarrow l = \frac{g}{\omega^2} = \frac{9,8}{25} = 0,392$ (m)

$$S_0 = l \cdot \alpha_0 = 39,2 \cdot 0,1 = 3,92 \text{ (cm)}$$

- Lúc $t = 0$, $S = -S_0$:

$$-S_0 = S_0\cos\varphi \rightarrow \cos\varphi = -1 \rightarrow \varphi = \pi$$

Vậy: $S = 3,92\cos(5t + \pi)$ (cm). Chọn đáp án D.

Ví dụ 3: Một con lắc đơn dao động điều hòa với chu kỳ 2s. Lúc $t = 0$ vật qua li độ

$S = 2,5\sqrt{3}$ cm với vận tốc 7,85 cm/s theo chiều âm. Lấy $g = 9,86 \text{ cm/s}^2$.

Phương trình chuyển động con lắc là:

A. $\alpha = 0,05\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (Rad) B. $\alpha = 0,1\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (Rad)

C. $\alpha = 0,05\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (Rad) D. $\alpha = 0,1\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (Rad)

Giải

- $S = S_0\cos(\omega t + \varphi)$

- $T = 2s \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \pi$ (rad/s)

- $S_0 = \sqrt{S^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2} = \sqrt{(2,5\sqrt{3})^2 + \left(\frac{-7,85}{\pi}\right)^2} = 5$ (cm)

- Lúc $t = 0$, $S = 2,5\sqrt{3}$ cm và $v < 0$:

$$\begin{cases} 2,5\sqrt{3} = 5\cos\varphi \\ v = -\omega S_0 \sin\varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = \frac{\sqrt{3}}{2} \\ \sin\varphi > 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = \frac{\pi}{6}$$

Nên: $S = 5\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm)

- $\alpha = \frac{S}{l} = \frac{5}{l}\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ với $l = \frac{g}{\omega^2} = \frac{9,86}{\pi^2} \approx 1$ (m) = 100 (cm)

Nên: $\alpha = 0,05\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (rad). Chọn đáp án A.

Dạng 2. CHU KÌ CON LẮC THAY ĐỔI DO CHIỀU DÀI THAY ĐỔI

- Với chiều dài l : $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

- Với chiều dài $l + \Delta l$: $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l + \Delta l}{g}}$ $\begin{cases} \Delta l > 0 \text{ nếu chiều dài tăng} \\ \Delta l < 0 \text{ nếu chiều dài giảm} \end{cases}$

- Lập tỉ số: $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{1 + \frac{\Delta l}{l}}$

Chú ý: 1. $\frac{\Delta l}{l}$ thường tính theo %

2. Có thể viết $\frac{T_2}{T_1} = \frac{T_1 + \Delta T}{T_1} = 1 + \frac{\Delta T}{T_1}$

Ví dụ 1: Một con lắc đơn dao động bé với chu kỳ $T_1 = 2s$. Nếu chiều dài con lắc tăng thêm 1% thì cũng tại chỗ đó chu kỳ con lắc là:

- A. $T_2 = 2,10s$ B. $T_2 = 2,01s$ C. $T_2 = 2,05s$ D. $T_2 = 2,001s$.

Giải

- Chiều dài l : $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

- Chiều dài con lắc là $l + \Delta l$ ($\Delta l > 0$) thì:

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l + \Delta l}{g}}$$

- Lập tỉ số: $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{1 + \frac{\Delta l}{l}}$ với $\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{100} = 0,1$ nên:

$$T_2 = T_1\sqrt{1 + 0,01} = 2\sqrt{1,01} \approx 2,01 \text{ (s)}. \text{ Chọn đáp án B.}$$

Ví dụ 2: Một con lắc đơn dao động bé tại một vị trí nhất định. Nếu chiều dài giảm đi 5% thì chu kỳ:

- A. tăng 2,2% B. giảm 2,2% C. giảm 2,5% D. tăng 2,5%.

Giải

- Lúc đầu: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

- Lúc sau: $T + \Delta T = 2\pi\sqrt{\frac{l + \Delta l}{g}}$ với $\begin{cases} \Delta l < 0 \\ \Delta T > 0 \text{ nếu chu kì tăng} \\ \Delta T < 0 \text{ nếu chu kì giảm} \end{cases}$
- Tỉ số: $\frac{T + \Delta T}{T} = \sqrt{\frac{l + \Delta l}{l}} \Leftrightarrow \frac{\Delta T}{T} = \sqrt{1 + \frac{\Delta l}{l}} - 1$ với $\frac{\Delta l}{l} = -\frac{5}{100} = -0,05$ nên:
 $\frac{\Delta T}{T} = \sqrt{1 - 0,05} - 1 \approx -0,025 = -2,5\% < 0$: chu kì giảm 2,5%.

Chọn đáp án C.

Dạng 3. CHU KÌ THAY ĐỔI DO THAY ĐỔI VỊ TRÍ TRÊN MẶT ĐẤT

- Tại địa điểm có gia tốc g: $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$
- Tại địa điểm có gia tốc g + Δg: $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g + \Delta g}}$
- Lập tỉ số: $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g}{g + \Delta g}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\Delta g}{g}}}$

Chú ý! Thường $\frac{\Delta g}{g}$ rất nhỏ hơn 1 nên ta thường áp dụng công thức gần đúng sau đây: $(1 \pm \varepsilon)^n \approx 1 \pm n\varepsilon$ với $\varepsilon \ll 1$ (dấu $\ll$ đọc là rất nhỏ).

Ví dụ 1: Một con lắc đơn có chiều dài không đổi được đưa từ địa điểm A đến địa điểm B. Biết rằng từ A đến B gia tốc rơi tự do đã giảm đi 0,1% nên chu kì đã

A. giảm đi 0,3% B. tăng lên 0,3%
 C. giảm đi 0,05% D. tăng lên 0,05%.

Giải

- Tại địa điểm A: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$
- Tại địa điểm B: $T + \Delta T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g + \Delta g}}$
- Tỉ số: $\frac{T + \Delta T}{T} = \sqrt{\frac{g}{g + \Delta g}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\Delta g}{g}}} \Leftrightarrow \frac{T + \Delta T}{T} = \left(1 + \frac{\Delta g}{g}\right)^{-1/2}$

Với $\frac{\Delta g}{g} = -0,1\% = -0,001 \ll 1$. (dấu “-” vì g giảm)

$$\text{Vậy: } 1 + \frac{\Delta T}{T} \approx 1 - \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g} \Rightarrow \frac{\Delta T}{T} = -\frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g} = -\frac{1}{2}(-0,1\%) = 0,05\%: \text{ chu kì tăng } 0,05\%.$$

Chọn đáp án D.

Ví dụ 2: Gia tốc rơi tự do tại Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh lần lượt là 9,793 m/s² và 9,787 m/s². Một con lắc đơn (có chiều dài không bị thay đổi bởi nhiệt độ) khi đưa từ Hà Nội vào TP. Hồ Chí Minh thì chiều dài con lắc phải tăng hay giảm bao nhiêu phần trăm so với chiều dài cũ để chu kì con lắc vẫn không đổi?

A. tăng 0,06% B. giảm 0,06% C. tăng 0,3% D. giảm 0,3%.

Giải

- Tại Hà Nội: $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$
- Tại TP. Hồ Chí Minh: $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l + \Delta l}{g + \Delta g}}$

$$\text{Vi: } T_1 = T_2 \text{ nên: } \frac{l}{g} = \frac{l + \Delta l}{g + \Delta g}$$

$$\rightarrow \frac{l + \Delta l}{l} = \frac{g + \Delta g}{g}$$

$$\rightarrow \frac{\Delta l}{l} = \frac{\Delta g}{g} = \frac{9,787 - 9,793}{9,793} = \frac{-0,006}{9,793} \approx -0,0006 = -0,06\% < 0$$

→ chiều dài giảm 0,06%. Chọn đáp án B.

Dạng 4. CHU KÌ THAY ĐỔI DO NHIỆT ĐỘ THAY ĐỔI

- Chiều dài con lắc đơn (bằng kim loại) phụ thuộc vào nhiệt độ:

$$l_t = l_0[1 + \alpha(t - t_0)] = l_0(1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

$$\text{Với } \begin{cases} l_t : \text{chiều dài ở } t^0\text{C} \\ l_0 : \text{chiều dài ở } t_0^0\text{C} \\ \alpha : \text{hệ số nở dài} \end{cases}$$

- Chu kì ở hai nhiệt độ t_0 và t : $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l_0}{g}}$; $T = 2\pi\sqrt{\frac{l_t}{g}}$
- Lập tỉ số: $\frac{T}{T_0} = \sqrt{\frac{l_t}{l_0}} = \sqrt{1 + \alpha(t - t_0)}$

Thường thì $\alpha(t - t_0) \ll 1$ nên ta có gần đúng: $\frac{T}{T_0} = 1 + \frac{\alpha}{2}(t - t_0) = 1 + \frac{\alpha}{2} \cdot \Delta t$

Ví dụ 1: Một con lắc đơn có chu kì $T_0 = 2s$ khi dao động bé. Biết dây treo có hệ số giãn nở $\alpha = 2.10^{-5}K^{-1}$. Vẫn ở cùng vị trí nhưng nhiệt độ tăng thêm 10^0C thì chu kì dao động bé của con lắc là :

- A. $T = 1,9998s$ B. $T = 2,002s$ C. $T = 2,005s$ D. $T = 2,0002s$

Giải

- Lúc đầu: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l_0}{g}}$
- Lúc sau: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{l_0(1+\alpha\Delta t)}{g}}$
- Lập tỉ số: $\frac{T}{T_0} = \sqrt{1+\alpha\Delta t} \approx 1 + \frac{\alpha\Delta t}{2}$
 $\rightarrow T = T_0\left(1 + \frac{\alpha\Delta t}{2}\right) = 2\left(1 + \frac{2.10^{-5}.10}{2}\right) = 2,0002 (s)$

Chọn đáp án D.

Ví dụ 2: Hệ số giãn nở của dây treo con lắc đơn là $1,85.10^{-5}K^{-1}$. Khi nhiệt độ tăng thêm 15^0C thì chu kì đã tăng hay giảm bao nhiêu phần trăm ở cùng vị trí?

- A. tăng 0,1% B. giảm 0,1% C. tăng 0,014% D. giảm 0,014%.

Giải

Lúc đầu: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l_0}{g}}$

Lúc sau: $T = T_0 + \Delta T = 2\pi\sqrt{\frac{l_0(1+\alpha\Delta t)}{g}}$

Lập tỉ số: $\frac{T_0 + \Delta T}{T_0} = \sqrt{1+\alpha\Delta t} \Leftrightarrow 1 + \frac{\Delta T}{T_0} = 1 + \frac{\alpha\Delta t}{2}$

$\rightarrow \frac{\Delta T}{T_0} = \frac{1}{2}.\alpha\Delta t = \frac{1}{2.1,85.10^{-5}.15} = 13,875.10^{-5} \approx 0,014\% > 0$

Chu kì tăng 0,014%. Chọn đáp án C.

Ví dụ 3: Một con lắc đơn có hệ số giãn nở của dây treo là $2.10^{-5}K^{-1}$ được đưa từ Thành phố này đến Thành phố khác. Trong khi dịch đi, nhiệt độ đã tăng thêm 10^0C còn gia tốc rơi tự do đã giảm 0,06% nên chu kì dao động của con lắc đã :

- A. tăng thêm 0,6% B. giảm đi 0,02%
 C. tăng thêm 0,04% D. giảm đi 1,5%.

Chú ý! Với các số $\epsilon_1, \epsilon_2 \ll 1$ thì: $(1+\epsilon_1)(1+\epsilon_2) \approx 1+\epsilon_1+\epsilon_2$

Giải

Tại Thành phố này: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l_0}{g}}$

Tại Thành phố kia: $T + \Delta T = 2\pi\sqrt{\frac{l_0(1+\alpha\Delta t)}{g + \Delta g}}$

Tỉ số: $\frac{T + \Delta T}{T} = \sqrt{1+\alpha\Delta t} \cdot \sqrt{\frac{g}{g + \Delta g}}$

$\Leftrightarrow 1 + \frac{\Delta T}{T} = (1+\alpha\Delta t)^{1/2} \cdot \left(1 + \frac{\Delta g}{g}\right)^{-1/2} \approx \left(1 + \frac{1}{2}\alpha\Delta t\right) \left(1 - \frac{1}{2}\frac{\Delta g}{g}\right) \approx 1 + \frac{1}{2}\alpha\Delta t - \frac{1}{2}\frac{\Delta g}{g}$

$\frac{\Delta T}{T} = \frac{1}{2}\left(\alpha\Delta t - \frac{\Delta g}{g}\right)$ với $\begin{cases} \alpha = 2.10^{-5}K^{-1} \\ \Delta t = 10^0C \\ \frac{\Delta g}{g} = -0,06\% = -6.10^{-4} \end{cases}$

Nên $\frac{\Delta T}{T} = \frac{1}{2}(2.10^{-5}.10 + 6.10^{-4}) = 4.10^{-4} = 0,04\% > 0$: chu kì tăng 0,04%

Chọn đáp án C.

Dạng 5. CHU KÌ THAY ĐỔI DO THAY ĐỔI ĐỘ CAO

- Gia tốc rơi tự do:

Tại Mặt Đất: $g_0 = G \cdot \frac{M}{R^2}$

Tại độ cao h: $g = G \cdot \frac{M}{(R+h)^2}$

Với $\begin{cases} G : \text{hằng số hấp dẫn} \\ R : \text{bán kính Trái Đất} \\ M : \text{khối lượng Trái Đất} \end{cases}$

- Chu kì con lắc:

Tại Mặt Đất: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_0}}$

Tại độ cao h: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

Tỉ số: $\frac{T}{T_0} = \sqrt{\frac{g_0}{g}} = 1 + \frac{h}{R}$

Ví dụ 1: Biết bán kính trái đất là $R = 6400km$ và con lắc có dây treo không đổi. Hỏi phải đưa con lắc lên tới độ cao nào để chu kì của nó tăng thêm 0,005% so với chu kì của con lắc ấy tại Mặt Đất?

- A. $h = 32km$ B. $h = 6,4km$ C. $h = 0,64km$ D. $h = 0,32km$

Giải

Tại Mặt Đất: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_0}}$ với $g_0 = G \cdot \frac{M}{R^2}$

Tại độ cao h: $T + \Delta T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ với $g = G \cdot \frac{M}{(R+h)^2}$

Tỉ số: $\frac{T + \Delta T}{T} = \sqrt{\frac{g_0}{g}} = 1 + \frac{h}{R} \rightarrow \frac{\Delta T}{T} = \frac{h}{R}$

$\rightarrow h = R \cdot \frac{\Delta T}{T} = 6400 \text{ km} \times 0,005\% = 0,32 \text{ km}$. Chọn đáp án **D**.

Ví dụ 2: Một con lắc đơn có chu kì dao động không đổi khi đưa từ Mặt Đất lên độ cao $h = 640 \text{ m}$. Biết hệ số giãn nở của dây treo là $\alpha = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ và bán kính Trái Đất là $R = 6400 \text{ km}$. Nhiệt độ đã

- A. giảm $13,3^\circ \text{C}$ B. tăng $25,4^\circ \text{C}$ C. giảm $6,6^\circ \text{C}$ D. tăng $2,3^\circ \text{C}$.

Giải

Tại Mặt Đất: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l_0}{g_0}}$ với $g_0 = G \cdot \frac{M}{R^2}$

Tại độ cao h: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ với $\begin{cases} l = l_0(1 + \alpha \Delta t) \\ g = G \cdot \frac{M}{(R+h)^2} \end{cases}$

Vì chu kì không đổi ($T_0 = T$) nên: $\frac{l_0}{g_0} = \frac{l}{g} \rightarrow \frac{l}{l_0} = \frac{g}{g_0}$

Hay: $1 + \alpha \Delta t = \frac{R^2}{(R+h)^2} = \frac{1}{\left(1 + \frac{h}{R}\right)^2} = \left(1 + \frac{h}{R}\right)^{-2}$

Vì $\frac{h}{R} = \frac{0,64 \text{ km}}{6400 \text{ km}} = 0,0001 \ll 1$ nên:

$1 + \alpha \Delta t = \left(1 + \frac{h}{R}\right)^{-2} \approx 1 - \frac{2h}{R}$

$\Delta t = \frac{-2h}{\alpha \cdot R_2} = \frac{-2 \cdot 0,64}{1,5 \cdot 10^{-5} \cdot 6400} \approx -13,3^\circ \text{C} < 0$

Nhiệt độ giảm $13,3^\circ \text{C}$. Chọn đáp án **A**.

Dạng 6. ĐƯA CON LẮC LÊN MẶT TRĂNG

• Tại Mặt Đất: $T_d = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_d}}$ với $g_d = G \cdot \frac{M_d}{R_d^2}$

• Tại Mặt Trăng: $T_t = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_t}}$ với $g_t = G \cdot \frac{M_t}{R_t^2}$

• Tỉ số: $\frac{T_t}{T_d} = \sqrt{\frac{g_d}{g_t}} = \sqrt{\frac{M_d}{M_t} \cdot \frac{R_t}{R_d}}$

M_d, M_t là khối lượng Trái Đất và Mặt Trăng

R_d, R_t là bán kính Trái Đất và Mặt Trăng

Ví dụ 1: Mặt Trăng có khối lượng bằng $\frac{1}{81}$ lần khối lượng Trái Đất và bán kính

bằng $\frac{1}{3,7}$ lần bán kính Trái Đất. Chu kì dao động của con lắc tăng hay giảm

bao nhiêu lần khi đưa từ Trái Đất lên Mặt Trăng, biết chiều dài con lắc không đổi?

- A. giảm 2,43 lần B. tăng 2,43 lần C. giảm 5,16 lần D. tăng 5,16 lần

Giải

Tại Mặt Đất: $T_d = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_d}}$ với $g_d = G \cdot \frac{M_d}{R_d^2}$

Tại Mặt Trăng: $T_t = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_t}}$ với $g_t = G \cdot \frac{M_t}{R_t^2}$

Tỉ số: $\frac{T_t}{T_d} = \sqrt{\frac{g_d}{g_t}} = \sqrt{\frac{M_d}{M_t} \cdot \frac{R_t}{R_d}} = 81 \cdot \frac{1}{3,7} \approx 2,43$

Vậy chu kì tăng lên 2,43 lần. Chọn đáp án **B**.

Dạng 7. TÍNH ĐỘ NHANH (CHẠM) CỦA ĐỒNG HỒ QUẢ LẮC

1. Viết các công thức tính chu kì dao động quả lắc (coi như con lắc đơn) lúc đồng hồ chạy đúng ($T_{\text{đúng}}$) và lúc chạy sai (T_{sai})

2. Lập tỉ số: $\frac{\Delta T}{T_{\text{sai}}} = \frac{T_{\text{sai}} - T_{\text{đúng}}}{T_{\text{sai}}} = 1 - \frac{T_{\text{đúng}}}{T_{\text{sai}}}$

3. Độ sai của đồng hồ sau mỗi dao động: $\Delta T = \left(1 - \frac{T_{\text{đúng}}}{T_{\text{sai}}}\right) \cdot T_{\text{sai}}$

• Nếu $\Delta T > 0 \rightarrow T_{\text{sai}} > T_{\text{đúng}}$: đồng hồ chạy chậm

• Nếu $\Delta T < 0 \rightarrow T_{\text{sai}} < T_{\text{đúng}}$: đồng hồ chạy nhanh

4. Số dao động quả lắc trong thời gian t : $N = \frac{t}{T_{\text{sai}}}$

5. Thời gian đồng hồ chạy sai: $\mathcal{Z} = N \cdot |\Delta T| = \left| 1 - \frac{T_{\text{đúng}}}{T_{\text{sai}}} \right| \cdot t$

Ví dụ 1: Một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ. Coi quả lắc như con lắc đơn có hệ số giãn nở là $1,2 \cdot 10^{-5} \text{K}^{-1}$. Nếu nhiệt độ tăng thêm 10°C thì mỗi ngày đêm đồng hồ sẽ:

- A. chậm 18,6s B. nhanh 18,6s C. chậm 5,2s D. nhanh 5,2s

Giải

• $T_{\text{đúng}} = 2\pi\sqrt{\frac{l_0}{g}} ; T_{\text{sai}} = 2\pi\sqrt{\frac{l_0(1 + \alpha\Delta t)}{g}}$

$\rightarrow \frac{T_{\text{đúng}}}{T_{\text{sai}}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \alpha\Delta t}} = (1 + \alpha\Delta t)^{-1/2} = 1 - \frac{1}{2}\alpha\Delta t$

• Tỷ số: $\frac{\Delta T}{T_{\text{sai}}} = \frac{T_{\text{sai}} - T_{\text{đúng}}}{T_{\text{sai}}} = 1 - \frac{T_{\text{đúng}}}{T_{\text{sai}}} = 1 - \left(1 - \frac{1}{2}\alpha\Delta t \right) = \frac{1}{2}\alpha\Delta t$

• $\Delta T = \frac{1}{2}\alpha \cdot \Delta t \cdot T_{\text{sai}} > 0$ (Vì $\Delta t > 0$) $\Rightarrow T_{\text{sai}} > T_{\text{đúng}}$: đồng hồ chạy chậm.

• Số dao động trong thời gian t : $N = \frac{t}{T_{\text{sai}}}$

• Thời gian đồng hồ chạy chậm: $\mathcal{Z} = N \cdot \Delta T = \frac{t}{T_{\text{sai}}} \times \frac{1}{2}\alpha \cdot \Delta t \cdot T_{\text{sai}}$

$\mathcal{Z} = \frac{1}{2}\alpha \cdot t \cdot \Delta t = \frac{1}{2} \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 86400 \cdot 10 \approx 5,2 \text{ (s)}$. Chọn đáp án C.

Ví dụ 2: Một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ tại Mặt Đất. Khi đưa đồng hồ lên độ cao $h = 1920\text{m}$ thì mỗi ngày đêm đồng hồ sẽ nhanh hay chậm bao nhiêu? Cho rằng nhiệt độ không đổi.

- A. nhanh 13,6s B. chậm 13,6s C. chậm 25,9s D. nhanh 25,9s.

Giải

• $T_{\text{đúng}} = 2\pi\sqrt{\frac{l_0}{g}}$ với $g_0 = G \cdot \frac{M}{R^2}$; $T_{\text{sai}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ với $g = G \cdot \frac{M}{(R + h)^2}$

$\rightarrow \frac{T_{\text{đúng}}}{T_{\text{sai}}} = \sqrt{\frac{g}{g_0}} = \frac{R}{R + h} < 1$: $T_{\text{sai}} > T_{\text{đúng}}$

Đồng hồ lên cao chạy chậm.

- Thời gian đồng hồ chạy chậm:

$\mathcal{Z} = \left(1 - \frac{T_{\text{đúng}}}{T_{\text{sai}}} \right) \times t = \left(1 - \frac{R}{R + h} \right) \times t$

$\mathcal{Z} = \frac{h}{R + h} \cdot t = \frac{1,92}{1,92 + 6400} \cdot 86400 \approx 25,9 \text{ (s)}$. Chọn đáp án C.

Dạng 8. TÍNH CHU KÌ DAO ĐỘNG CỦA CON LẮC KHI CHỊU THÊM NGOẠI LỰC CÓ PHƯƠNG THẲNG ĐÚNG

- Trọng lượng biểu kiến của con lắc: $P' = mg \pm |f|$

Với $\begin{cases} \text{Dấu (+) nếu ngoại lực } \vec{f} \text{ hướng xuống} \\ \text{Dấu (-) nếu ngoại lực } \vec{f} \text{ hướng lên} \end{cases}$

- Xem như con lắc đang dao động nơi có gia tốc biểu kiến

$g' = \frac{P'}{m} = g \pm \frac{|f|}{m}$

- Chu kỳ dao động bé của con lắc: $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g \pm \frac{|f|}{m}}}$

Ví dụ 1: Một con lắc đơn có vật nặng khối lượng $m = 10\text{g}$ dao động bé với chu kỳ $T = 2\text{s}$ ở nơi có $g = 10 \text{ m/s}^2$. Sau đó vật nặng mang điện tích $q = -10^{-8}\text{C}$ và đặt vào điện trường đều $\vec{E}$ hướng thẳng đứng xuống dưới với $E = 10^4 \text{ v/m}$. Chu kỳ dao động bé của con lắc trong điện trường đều là

- A. $T' = 1,999\text{s}$ B. $T' = 1,950\text{s}$ C. $T' = 2,100\text{s}$ D. $T' = 2,001\text{s}$

Giải

- Con lắc chịu thêm lực điện trường $\vec{f} = q\vec{E}$ có:

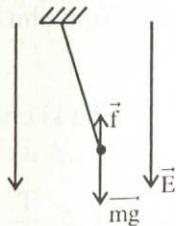
- + Phương thẳng đứng hướng lên.
+ Độ lớn: $|f| = |q|E$

- Trọng lượng con lắc: $P' = mg - |q|E$

- Xem như con lắc đang dao động nơi có gia tốc: $g' = \frac{P'}{m} = g - \frac{|q|E}{m}$

- Chu kỳ dao động con lắc trong điện trường: $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}$

- Lúc con lắc chưa mang điện tích nó dao động với chu kỳ: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$



• Lập tỉ số: $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{|q|E}{mg}}}$

Với: $\frac{|q|E}{mg} = \frac{10^{-8} \cdot 10^4}{10^{-2} \cdot 10} = 10^{-3}$ nên:

$\frac{T'}{T} = \frac{1}{\sqrt{1 - 10^{-3}}} \approx 1,0005 \rightarrow T' = 2,001 \text{ (s)}$. Chọn đáp án D.

Ví dụ 2: Một con lắc đơn với vật nặng có khối lượng riêng $\rho = 6500 \text{ kg/m}^3$, chu kỳ $T = 2 \text{ s}$ khi dao động trong chân không nơi có $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Khi dao động ngoài không khí (Khối lượng riêng của không khí là $\rho_0 = 1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$). Chu kỳ dao động là:

A. $T' = 1,9995 \text{ s}$ B. $T' = 1,9895 \text{ s}$ C. $T' = 2,0002 \text{ s}$ D. $T' = 2,0225 \text{ s}$

Giải

- Chu kỳ dao động con lắc trong chân không: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$
- Trong không khí con lắc chịu thêm lực đẩy Ác-si-mét của không khí, lực này hướng thẳng đứng lên trên và có độ lớn: $f = v \cdot \rho_0 \cdot g = \frac{m}{\rho} \cdot \rho_0 \cdot g$
- Trọng lượng biểu kiến con lắc: $P' = mg - f = mg - m \cdot \frac{\rho_0}{\rho} \cdot g = mg \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right)$
- Xem như con lắc đang dao động nơi có gia tốc: $g' = \frac{P'}{m} = g \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right)$
- Chu kỳ con lắc trong không khí: $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}$
- Tỉ số: $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{g}{g \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right)}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{\rho_0}{\rho}}} = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right)^{-1/2}$

Với: $\frac{\rho_0}{\rho} = \frac{1,3}{6500} = 2 \cdot 10^{-4} \ll 1$ nên: $\frac{T'}{T} \approx 1 + \frac{1}{2} \frac{\rho_0}{\rho} = 1 + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-4} = 1,0001$

$\rightarrow T' = 2,0002 \text{ (s)}$. Chọn đáp án C.

Ví dụ 3: Một con lắc dao động bé với chu kỳ $T = 2 \text{ s}$ khi treo trong thang máy đang đứng yên. Nếu thang máy đi xuống chậm dần đều với gia tốc $\frac{g}{10}$ thì chu kỳ dao động của con lắc là:

A. $T' = 1,907 \text{ s}$ B. $T' = 2,108 \text{ s}$ C. $T' = 1,915 \text{ s}$ D. $T' = 2,052 \text{ s}$

Giải

NHẮC LẠI:

- Vật chuyển động nhanh dần thì $\vec{a}$ cùng hướng với $\vec{v}$
chuyển động chậm dần thì $\vec{a}$ ngược hướng với $\vec{v}$
- Vật có khối lượng m ở trong hệ chuyển động với gia tốc $\vec{a}$ thì vật đó chịu thêm lực quán tính $\vec{f} = -m\vec{a}$
+ Cùng phương và ngược chiều với $\vec{a}$
+ Độ lớn: $|f| = m|a|$

- Thang máy đang đi xuống chậm dần đều nên vật nặng m của con lắc chịu thêm lực quán tính $\vec{f} = -m\vec{a}$ hướng xuống và có độ lớn: $|f| = m|a| = \frac{mg}{10}$

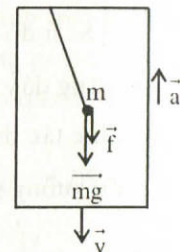
- Trọng lượng biểu kiến con lắc:

$$P' = mg + |f| = mg + \frac{mg}{10} = \frac{11}{10}mg$$

- Xem như con lắc đang dao động nơi có gia tốc: $g' = \frac{P'}{m} = \frac{11}{10}g$

- Chu kỳ dao động của con lắc trong thang máy đứng yên và đang chuyển động lần lượt là: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}$

- Tỉ số: $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{10}{11}} \Leftrightarrow T' = 2 \cdot \sqrt{\frac{10}{11}} \approx 1,907 \text{ (s)}$. Chọn đáp án A.



Dạng 9. VẬN TỐC – SỨC CĂNG DÂY CỦA CON LẮC ĐƠN

- Vận tốc

- Theo định luật bảo toàn cơ năng, ta có:

$$E_B = E_C$$

$$mgh_B = mgh_C + \frac{1}{2}mv_C^2 \Rightarrow v_C^2 = 2g(h_B - h_C)$$

$$\text{Với } \begin{cases} h_B = l(1 - \cos \alpha_0) \\ h_C = l(1 - \cos \alpha) \end{cases}$$

$$\text{Ta được: } v_C^2 = 2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_0)$$

- Với dao động bé:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_0 &\approx 1 - \frac{\alpha_0^2}{2} \\ \cos \alpha &\approx 1 - \frac{\alpha^2}{2} \end{aligned} \right\} \alpha, \alpha_0 \text{ tính bằng rad.}$$

$$v_C = \sqrt{gl(\alpha_0^2 - \alpha^2)}$$

- Cũng có thể áp dụng công thức: $S_0^2 = S^2 + \left(\frac{v_C}{\omega}\right)^2$

$$\text{Với } \begin{cases} S_0 : \text{biên độ của dao động} \\ S : \text{li độ của vật nặng có vận tốc } v_C \end{cases}$$

2. Sức căng dây

- Hợp lực tác dụng vào vật nặng: $\vec{F} = \vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$
- Chiếu xuống giá của $\vec{T}$: $-mg \cos \alpha + T = ma_{ht}$

$$\text{Với } a_{ht} = \frac{v_C^2}{l} = 2g(\cos \alpha - \cos \alpha_0)$$

- Sức căng dây: $T = mg(3 \cos \alpha - 2 \cos \alpha_0)$

Ví dụ 1: Một con lắc đơn dài 50cm, khối lượng vật nặng 100g được treo ở nơi có $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Kéo con lắc lệch khỏi phương thẳng đứng góc $\alpha_0 = 30^\circ$ rồi thả nhẹ. Vận tốc và sức căng dây khi con lắc qua vị trí cân bằng là:

- A. $v = 0,52 \text{ m/s}$, $T = 0,48 \text{ N}$ B. $v = 1,146 \text{ m/s}$, $T = 1,24 \text{ N}$
C. $v = 1,26 \text{ m/s}$, $T = 2,18 \text{ N}$ D. $v = 2,84 \text{ m/s}$, $T = 1,52 \text{ N}$

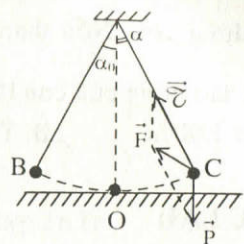
Giải

- Vận tốc: $v = \sqrt{2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_0)}$

$$\text{Tại vị trí biên: } \alpha_0 = 30^\circ \rightarrow \cos \alpha_0 = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\text{Tại vị trí cân bằng: } \alpha = 0 \rightarrow \cos \alpha = 1$$

$$\text{Nên: } v = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 0,5 \left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right)} \approx 1,146 \text{ (m/s)}$$



- Sức căng dây: $T = mg(3 \cos \alpha - 2 \cos \alpha_0) = 0,1 \cdot 9,8 \cdot \left(3 \cdot 1 - 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}\right) \approx 1,24 \text{ N}$

Chọn đáp án B.

Ví dụ 2: Một con lắc đơn dài 1m dao động điều hòa với biên độ góc $\alpha_0 = 0,1 \text{ rad}$ ở nơi có $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Con lắc có vận tốc $v = \sqrt{735} \text{ cm/s}$ lúc nó qua li độ góc.

- A. $\alpha = 0,02 \text{ rad}$ B. $\alpha = 0,05 \text{ rad}$ C. $\alpha = 0,08 \text{ rad}$ D. $\alpha = 0,04 \text{ rad}$

Giải

Con lắc dao động điều hòa tức dao động bé nên:

$$v = \sqrt{gl(\alpha_0^2 - \alpha^2)} \rightarrow \alpha = \sqrt{\alpha_0^2 - \frac{v^2}{gl}} \quad (\alpha, \alpha_0: \text{rad})$$

$$\text{với } v = \sqrt{735} \text{ (cm/s)} = \sqrt{0,0735} \text{ (m/s)}$$

$$\text{nên: } \alpha = \sqrt{(0,1)^2 - \frac{0,0735}{9,8 \cdot 1}} = 0,05 \text{ (rad)}. \text{ Chọn đáp án B.}$$

Ví dụ 3: Một con lắc đơn có khối lượng vật nặng là $m = 500 \text{ g}$ đang treo tại nơi có $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Tách con lắc ra khỏi vị trí cân bằng thẳng đứng góc $\alpha_0 = 10^\circ$ rồi thả nhẹ cho dao động điều hòa. Sức căng dây lúc dây treo qua vị trí cân bằng thẳng đứng là:

- A. $T = 1,38 \text{ N}$ B. $T = 8,16 \text{ N}$ C. $T = 6,27 \text{ N}$ D. $T = 5,05 \text{ N}$

Giải

$$\text{Sức căng dây: } T = mg(3 \cos \alpha - 2 \cos \alpha_0)$$

- Qua vị trí cân bằng: $\alpha = 0 \rightarrow \cos \alpha = 1$

- $\alpha_0 = 10^\circ = 0,1745 \text{ rad}$ (góc bé) nên: $\cos \alpha_0 \approx 1 - \frac{\alpha_0^2}{2}$

$$\text{Vậy } T = mg(1 + \alpha_0^2) = 0,5 \cdot 9,8(1 + 0,1745^2) \approx 5,05 \text{ (N)}. \text{ Chọn đáp án D.}$$

Ví dụ 4: Một con lắc đơn dao động điều hòa nơi $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ với biểu thức của li độ góc α theo t như sau: $\alpha = 0,2 \cos(7t)$ (rad) lúc con lắc qua li độ góc $\alpha = 0,16$ rad thì vận tốc của vật nặng là:

- A. $|v| = 0,168 \text{ (m/s)}$ B. $|v| = 2,534 \text{ (m/s)}$
C. $|v| = 1,284 \text{ (m/s)}$ D. $|v| = 0,726 \text{ (m/s)}$

Giải

- Chiều dài con lắc: $l = \frac{g}{\omega^2} = \frac{9,8}{7^2} = 0,2 \text{ (m)}$

- Con lắc dao động điều hòa nên: $S^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2 = S_0^2 \rightarrow |v| = \omega \sqrt{S_0^2 - S^2}$

Với $S_0 = l\alpha_0$; $S = l\alpha$

Nên:

$$|v| = \omega \sqrt{l^2 (\alpha_0^2 - \alpha^2)} = \omega l \sqrt{(\alpha_0^2 - \alpha^2)} = 7.0.2. \sqrt{0.2^2 - 0.16^2} = 0.168 \text{ (m/s)}$$

Chọn đáp án A.

Dạng 10. HIỆN TƯỢNG TRÙNG PHÙNG GIỮA HAI CON LẮC

- Hai con lắc đơn có chu kỳ hơi khác nhau, khi dao động có lúc chúng cùng qua đường thẳng đứng theo cùng một chiều. Lúc đó, ta nói có hiện tượng trùng phùng giữa hai con lắc.
- Giữa hai lần trùng phùng liên tiếp, con lắc chạy nhanh (chu kỳ bé) sẽ nhiều hơn một dao động toàn phần.
- Gọi N là số dao động toàn phần của con lắc chạy chậm (chu kỳ T_1), thời gian giữa hai lần trùng phùng liên tiếp: $\mathcal{T} = N.T_1 = (N+1)T_2$ với $T_1 > T_2$

Ví dụ 1: Hai con lắc đơn có chu kỳ lần lượt $T_1 = 2\text{s}$ và $T_2 = 2.002\text{s}$ dao động bé trong hai mặt phẳng thẳng đứng song song. Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp chúng cùng lúc đi qua vị trí cân bằng theo cùng chiều như trước (trùng phùng) là:

- A. $\mathcal{T} = 33\text{phút } 22\text{s}$ B. $\mathcal{T} = 33\text{phút } 20\text{s}$
C. $\mathcal{T} = 18\text{phút } 16\text{s}$ D. $\mathcal{T} = 18\text{phút } 12\text{s}$

Giải

$$\mathcal{T} = N.T_2 = (N+1)T_1 \text{ (vì } T_2 > T_1)$$

$$N.2.002 = (N+1).2 \rightarrow N = 1000$$

Vậy $\mathcal{T} = 1000.2.002 = 2002 \text{ (s)} = 33\text{phút } 22\text{s}$. Chọn đáp án A.

Ví dụ 2: Hai con lắc đơn A và B có chiều dài hơi khác nhau với $l_A > l_B$ cùng dao động gần nhau trong hai mặt phẳng song song. Giữa hai lần liên tiếp chúng cùng qua vị trí cân bằng thẳng đứng cùng lúc và cùng chiều, con lắc A thực hiện được 100 dao động. So với chiều dài con lắc A, chiều dài con lắc B đã ngắn hơn:

- A. 4% B. 2% C. 5% D. 8%

Giải

$$\text{Có: } \begin{cases} T_A = 2\pi \sqrt{\frac{l_A}{g}} \\ T_B = 2\pi \sqrt{\frac{l_B}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{l_A - \Delta l}{g}} \quad (\Delta l > 0) \end{cases}$$

Thời gian giữa hai lần liên tiếp hai con lắc cùng lúc đi qua vị trí cân bằng và cùng chiều là:

$$\mathcal{T} = N.T_A = (N+1)T_B \quad (N = 100)$$

$$\rightarrow \frac{T_B}{T_A} = \frac{N}{N+1} = \frac{1}{1+1/N}$$

$$\sqrt{\frac{l_A - \Delta l}{l_A}} = \frac{1}{1+1/N} \Rightarrow 1 - \frac{\Delta l}{l_A} = \left(1 + \frac{1}{N}\right)^{-2} \approx 1 - \frac{2}{N} \quad \left(\text{vì } \frac{1}{N} = \frac{1}{100} = 0.01 \ll 1\right)$$

$$\rightarrow \frac{\Delta l}{l_A} = \frac{2}{N} = \frac{2}{100} : \text{ chiều dài con lắc B ngắn hơn con lắc A } 2\%$$

Chọn đáp án B.

Dạng 11. CƠ NĂNG CỦA CON LẮC ĐƠN

- Động năng: $W_d = \frac{1}{2}mv^2$
- Thế năng: $W_t = mgh$
 - Nếu chọn mốc thế năng tại vị trí cân bằng thì: $h = l(1 - \cos\alpha)$
Nên: $W_t = mgl(1 - \cos\alpha)$
 - Nếu α bé ($\alpha \leq 10^\circ$) thì $\cos\alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}$ nên: $W_t = \frac{1}{2}mgl\alpha^2$
- Cơ năng: $W = W_d + W_t = \text{không đổi}$

Ví dụ 1: Một con lắc đơn dao động bé với biên độ góc $\alpha_0 = 8^\circ$, chu kỳ $T = 1\text{s}$ ở nơi $g = 9.86 \text{ m/s}^2$. Biết khối lượng vật nặng là $m = 100\text{g}$. Lấy mốc thế năng tại vị trí cân bằng của vật nặng thì năng lượng dao động của con lắc là:

- A. $W = 7.92 \text{ J}$ B. $W = 0.51 \text{ J}$ C. $W = 2.4.10^{-3} \text{ J}$ D. $W = 8.6.10^{-2} \text{ J}$

Giải

$$\text{Năng lượng con lắc: } W = W_t + W_d = mgl(1 - \cos\alpha) + \frac{1}{2}mv^2$$

Tại vị trí biên ($\alpha = \alpha_0$) thì con lắc dừng lại ($v = 0$) nên $W_d = \frac{1}{2}mv^2 = 0$, do đó:

$$W = W_t = mgl(1 - \cos\alpha_0)$$

$$\text{Với } \alpha_0 = 8^\circ = \frac{8\pi}{180} \text{ rad là góc bé nên: } W = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2$$

$$\text{Có: } T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \rightarrow l = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{1^2.9.86}{4\pi^2} = \frac{2.465}{\pi^2} \text{ (m)}$$

$$\text{Nên } W = \frac{1}{2}.0.1.9.86. \frac{2.465}{\pi^2} \cdot \left(\frac{8\pi}{180}\right)^2 \approx 2.4.10^{-3} \text{ (J)}. \text{ Chọn đáp án C.}$$

Ví dụ 2 : Một con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ góc α_0 . Lấy mốc thế năng tại vị trí cân bằng thì thế năng bằng động năng khi con lắc qua li độ góc α mà :

- A. $\alpha = \frac{\alpha_0}{4}$ B. $\alpha = \frac{\alpha_0}{2}$ C. $\alpha = \frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$ D. $\alpha = \frac{\alpha_0}{\sqrt{3}}$

Giải

Có : $W = W_t + W_d$

Lúc $W_t = W_d$ thì $W = 2W_t$ với
$$\begin{cases} W = \frac{1}{2} mgl\alpha_0^2 \\ W_t = \frac{1}{2} mgl\alpha^2 \end{cases}$$

Nên : $\frac{1}{2} mgl\alpha_0^2 = 2 \left(\frac{1}{2} mgl\alpha^2 \right) \rightarrow \alpha_0^2 = 2\alpha^2$ hay $\alpha = \frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$. Chọn đáp án C.

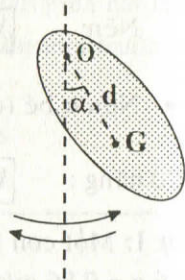
Dạng 12 : CON LẮC VẬT LÍ (Theo chương trình nâng cao)

- Con lắc vật lí là một vật rắn quay được quanh một trục nằm ngang cố định.
- Phương trình dao động điều hòa của con lắc vật lí:

$$\alpha = \alpha_0 \cos(\omega t + \varphi) \text{ với } \omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}}$$

- Chu kì dao động bé của con lắc vật lí : $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}}$

Với
$$\begin{cases} I = \text{momen quán tính con lắc đối với trục quay} \\ m : \text{khối lượng con lắc} \\ d : \text{khoảng cách OG từ trục quay đến khối tâm} \end{cases}$$



Ví dụ 1: Một thanh cứng OA dài 60 cm, tiết diện đều, khối lượng phân bố đều trên thanh, có thể quay xung quanh một trục nằm ngang qua đầu O. Biết momen quán tính của thanh đối với trục quay O được tính bởi công thức:

$$I = \frac{1}{3} m.l^2, \text{ trong đó } m \text{ và } l \text{ là khối lượng và chiều dài thanh. Lấy } g = 10 \text{ m/s}^2$$

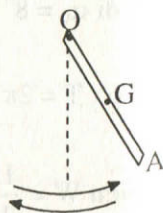
và $\pi = 3,14$. Chu kì dao động bé của thanh là:

- A. 1,256s. B. 0,888s. C. 1,528s. D. 0,628s.

Giải

Chu kì : $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mg.d}}$ với $I = \frac{1}{3} m.l^2$; $d = \frac{l}{2}$ nên :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{2}{3} \cdot \frac{l}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{2}{3} \cdot \frac{0,6}{10}} = 0,4\pi = 1,256 \text{ (s). Chọn đáp án A.}$$



Ví dụ 2: Một con lắc vật lí gồm thanh OA tiết diện đều dài 1m, khối lượng 600g phân bố đều. Đầu A có gắn viên bi nhỏ khối lượng 1kg. Biết momen quán tính của thanh khối lượng m dài l đối với trục quay qua đầu thanh là $I = \frac{1}{3} m.l^2$. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Con lắc dao động bé xung quanh đầu O với chu kì:

- A. 0,8s. B. 1,2s. C. 1,9s. D. 1,6s.

Giải

Chu kì : $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}}$

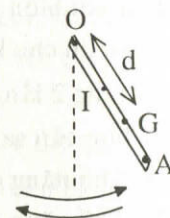
Với : • $m = m_1 + m_2 = 0,6 + 1 = 1,6 \text{ (kg)}$

• $I = I_1 + I_2 = \frac{1}{3} m_1 l^2 + m_2 l^2 = \frac{1}{3} .0,6.1^2 + 1.1^2 = 1,2 \text{ (kg.m}^2\text{)}$

• $d = OG = \frac{m_1.OI + m_2.OA}{m_1 + m_2}$ (I là trung điểm thanh)

$$= \frac{0,6.0,5 + 1.1}{1,6} = \frac{1,3}{1,6} \text{ (m)}$$

Nên : $T = 2\pi \sqrt{\frac{1,2}{1,6.10 \cdot \frac{1,3}{1,6}}} \approx 1,9 \text{ (s). Chọn đáp án C.}$



Ví dụ 3: Một thanh mảnh đồng chất tiết diện đều, chiều dài l có trục quay O nằm trên thanh cách trọng tâm G khoảng d. Lúc này momen quán tính của thanh đối với trục quay O được tính bởi công thức $I = \frac{1}{12} .ml^2 + md^2$ với m là khối lượng của thanh. Để chu kì dao động bé của thanh nhỏ nhất thì d bằng :

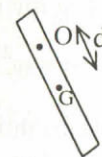
- A. $d = \frac{l\sqrt{2}}{6}$ B. $d = \frac{l\sqrt{3}}{6}$ C. $d = \frac{l\sqrt{6}}{3}$ D. $d = \frac{l\sqrt{6}}{2}$

Giải

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}} = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{1}{12} .ml^2 + md^2}{mgd}} = 2\pi \sqrt{\frac{1}{12} \cdot \frac{l^2}{g.d} + \frac{d}{g}}$$

$$T : \min \leftrightarrow \frac{1}{12} \cdot \frac{l^2}{g.d} + \frac{d}{g} : \min \leftrightarrow \frac{1}{12} \cdot \frac{l^2}{g.d} = \frac{d}{g} \leftrightarrow d^2 = \frac{l^2}{12} \rightarrow d = l \cdot \frac{\sqrt{3}}{6}$$

Chọn đáp án B.



CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

8.1. Chọn câu đúng :

- A. Dao động con lắc đơn là dao động điều hòa.
- B. Chu kỳ dao động điều hòa của con lắc đơn tỉ lệ với chiều dài.
- C. Tần số góc dao động điều hòa của con lắc đơn tỉ lệ với căn bậc hai của gia tốc rơi tự do.
- D. A, B, C đều sai.

8.2. Với các góc $\alpha \leq 10^\circ$ thì $\sin \alpha \approx \alpha$ (rad). Kéo con lắc đơn ra khỏi vị trí cân bằng sao cho dây treo hợp với phương thẳng đứng góc α rồi thả nhẹ. Con lắc dao động điều hòa khi :

- A. $\alpha = 12^\circ$.
- B. $\alpha = 3^\circ$.
- C. $\alpha = 15^\circ$.
- D. $\alpha = 30^\circ$.

8.3. Các góc $\alpha \leq 10^\circ$ được coi là các góc bé. Con lắc đơn đang dao động điều hòa với biên độ góc 3° . Nếu biên độ góc và khối lượng con lắc cùng tăng lên 2 lần thì chu kỳ :

- A. tăng 2 lần.
- B. tăng $\sqrt{2}$ lần.
- C. tăng 4 lần.
- D. không đổi.

8.4. Chọn câu sai :

- A. Thế năng của con lắc đơn ở li độ góc α là $W_t = mgl(1 - \cos \alpha)$.
- B. Thế năng của con lắc đơn là thế năng trọng trường của vật.
- C. Động năng của con lắc đơn là $W_d = \frac{1}{2}mv^2$. (v là vận tốc của vật lúc tính động năng)
- D. Nếu bỏ qua mọi ma sát thì cơ năng của con lắc đơn được bảo toàn.

8.5. Một con lắc đơn dao động điều hòa với li độ góc $\alpha_0 = 0,12$ rad, chu kỳ $T = 1$ s ở nơi $g \approx \pi^2$ (m/s²). Vận tốc con lắc khi qua vị trí cân bằng có độ lớn :

- A. $v = 6,28$ cm/s.
- B. $v = 0$.
- C. $v = 18,84$ cm/s.
- D. $v = 25,34$ cm/s.

8.6. Một con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ S_0 , tần số góc ω . Gia tốc vật nặng lúc qua vị trí cân bằng có độ lớn :

- A. $a = \omega^2 S_0$
- B. $a = 0$
- C. $a = \omega S_0$
- D. $a = \frac{S_0}{\omega}$

8.7. Biểu thức lực kéo về trong dao động điều hòa của con lắc đơn là :

- A. $F = -mg$
- B. $F = -\frac{mg}{l}$
- C. $F = -mgS$
- D. $F = -mg \cdot \frac{S}{l}$

8.8. Tần số dao động bé của con lắc đơn tại một vị trí nhất định đối với Trái Đất:

- A. tỉ lệ với chiều dài l .
- B. tỉ lệ nghịch với chiều dài l .
- C. tỉ lệ với $\sqrt{l}$.
- D. tỉ lệ nghịch với $\sqrt{l}$.

8.9. Ứng dụng của con lắc đơn là để xác định :

- A. khối lượng.
- B. gia tốc rơi tự do.
- C. chiều dài.
- D. Cả A, B, C.

8.10. Một con lắc đơn dài 2,46 m thực hiện được 50 dao động toàn phần (bé) trong thời gian 2 phút 37 giây. Lấy $\pi = 3,14$. Gia tốc rơi tự do nơi con lắc dao động là :

- A. $g = 9,84$ m/s².
- B. $g = 9,86$ m/s².
- C. $g = 9,82$ m/s².
- D. $g = 9,80$ m/s².

8.11. Chu kỳ dao động của con lắc đơn có chiều dài l_1 là 0,24s, của con lắc đơn có chiều dài l_2 là 0,32s. Chu kỳ dao động của con lắc đơn có chiều dài $l_1 + l_2$ ở cùng vị trí với hai con lắc trên là :

- A. $T = 0,56$ s.
- B. $T = 0,75$ s.
- C. $T = 0,40$ s.
- D. $T = 0,16$ s.

8.12. Có hai con lắc đơn mà tổng chiều dài là 100 cm. Trong cùng khoảng thời gian con lắc này thực hiện được 6 dao động toàn phần thì con lắc kia thực hiện được 8 dao động toàn phần. Lấy $g = 10$ cm/s² và $\pi^2 = 10$. Chu kỳ dao động của một trong hai con lắc là :

- A. $T = 1,5$ s.
- B. $T = 1,6$ s.
- C. $T = 1,8$ s.
- D. $T = 2,0$ s.

8.13. Con lắc đơn có chiều dài $l = 20$ cm đang đứng yên tại vị trí cân bằng thẳng đứng được kéo lệch góc 9° (góc bé) rồi thả nhẹ cho dao động điều hòa. Chọn chiều dương là chiều chuyển động ngay sau khi thả và gốc thời gian là lúc thả. Lấy $\pi = 3,14$. Với phương trình dao động là hàm cosin thì biên độ và pha ban đầu của dao động là :

- A. $S_0 = 3,14$ cm ; $\varphi = 0$.
- B. $S_0 = 3,14$ cm ; $\varphi = \pi$.
- C. $S_0 = 0,157$ cm ; $\varphi = 0$.
- D. $S_0 = 0,157$ cm ; $\varphi = \pi$.

8.14. Con lắc đơn dài 24,5 cm được kéo lệch ra khỏi vị trí cân bằng thẳng đứng góc $\frac{\sqrt{2}}{10}$ rad theo chiều âm rồi thả nhẹ cho dao động điều hòa. Lấy $g = 9,8$ m/s² và $\pi^2 = 10$. Sau khi thả $\frac{3}{8}$ s thì con lắc qua li độ :

- A. $\alpha = 0,12$ rad.
- B. $\alpha = -0,12$ rad.
- C. $\alpha = 0,10$ rad.
- D. $\alpha = -0,10$ rad.

8.15. Con lắc đơn đang đứng yên ở vị trí cân bằng, ta truyền cho vật nặng một vận tốc có độ lớn 31,4 cm/s, phương nằm ngang, chiều dương thì con lắc sẽ dao động điều hòa và sau 0,2s vật trở lại vị trí cân bằng lần đầu. Chọn gốc thời gian là lúc con lắc bắt đầu chuyển động. Nếu phương trình chuyển động của con lắc được viết dưới dạng $S = S_0 \cos(\omega t + \varphi)$ thì :

- A. $S_0 = 2$ cm ; $\varphi = -\frac{\pi}{2}$.
- B. $S_0 = 2$ cm ; $\varphi = 0$.

C. $S_0 = 1 \text{ cm}$; $\varphi = -\frac{\pi}{2}$.

D. $S_0 = 1 \text{ cm}$; $\varphi = 0$.

8.16. Một con lắc đơn dao động điều hòa với thời gian giữa hai lần liên tiếp dừng lại là 0,5s và quãng đường đi được của vật tương ứng là 6 cm. Thời gian để vật đi được quãng đường 1,5 cm kể từ lúc qua vị trí cân bằng là :

A. $\Delta t = \frac{1}{12} \text{ s}$. B. $\Delta t = \frac{1}{6} \text{ s}$. C. $\Delta t = \frac{1}{8} \text{ s}$. D. $\Delta t = \frac{1}{24} \text{ s}$.

8.17. Một con lắc đơn dao động điều hòa theo phương trình :

$S = 6\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{3}\right) \text{ (cm)}$. Con lắc qua vị trí cân bằng lần thứ 2 kể từ lúc $t = 0$ là :

A. $t = \frac{11}{12} \text{ s}$. B. $t = \frac{17}{12} \text{ s}$. C. $t = \frac{5}{12} \text{ s}$. D. $t = \frac{1}{3} \text{ s}$.

8.18. Tại cùng một vị trí, nếu chiều dài con lắc giảm đi 1% so với chiều dài cũ thì chu kỳ :

A. tăng thêm 0,5%. B. giảm đi 0,3%. C. giảm đi 0,5%. D. giảm đi 1%.

8.19. Một con lắc đơn có chiều dài không đổi, trong cùng khoảng thời gian ở vị trí A con lắc thực hiện 100 dao động toàn phần và ở vị trí B thực hiện 101 dao động. So với vị trí A, gia tốc rơi tự do ở vị trí B đã :

A. giảm 2%. B. tăng 2%. C. giảm 0,2%. D. tăng 0,2%.

8.20. Tại A gia tốc rơi tự do là $9,795 \text{ m/s}^2$ và tại B là $9,745 \text{ m/s}^2$. Đưa con lắc từ A đến B và để chu kỳ không đổi thì chiều dài phải :

A. tăng 2%. B. giảm 2%. C. tăng 0,5%. D. giảm 0,5%.

8.21. Hệ số nở dài của dây treo con lắc là $1,8 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$. Lúc đầu chu kỳ dao động con lắc là 2s nhưng sau đó nhiệt độ tăng thêm 10°C thì cũng tại nơi đó chu kỳ dao động con lắc đã tăng :

A. $\Delta T = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ s}$ B. $\Delta T = 0,9 \cdot 10^{-4} \text{ s}$
C. $\Delta T = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ s}$ D. $\Delta T = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ s}$

8.22. Bán kính Trái Đất là $R = 6400 \text{ km}$. Đưa con lắc từ Mặt Đất lên độ cao $h = 16 \text{ km}$. Để chu kỳ con lắc không đổi thì chiều dài con lắc :

A. tăng 0,5%. B. giảm 0,5%. C. tăng 2%. D. giảm 2%.

8.23. Quả lắc đồng hồ coi như con lắc đơn có hệ số dẫn nở $\alpha = 2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$. Đồng hồ đang chạy đúng tại Mặt Đất. Biết bán kính Trái Đất là $R = 6400 \text{ km}$. Càng lên cao nhiệt độ giảm nên đồng hồ chạy sai, nhưng khi nhiệt độ giảm 15°C so với Mặt Đất thì đồng hồ chạy đúng trở lại, lúc này đồng hồ cách Mặt Đất :

A. $h = 420 \text{ m}$. B. $h = 1500 \text{ m}$. C. $h = 960 \text{ m}$. D. $h = 2800 \text{ m}$.

8.24. Quả lắc đồng hồ coi như con lắc đơn có hệ số dẫn nở $\alpha = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$. Vào mùa đông đồng hồ chạy đúng nhưng vào mùa hè nhiệt độ tăng nên mỗi ngày đêm đồng hồ đã chạy sai 3,24s. Nhiệt độ đã tăng:

A. $\Delta t = 10^\circ\text{C}$. B. $\Delta t = 12^\circ\text{C}$. C. $\Delta t = 20^\circ\text{C}$. D. $\Delta t = 5^\circ\text{C}$.

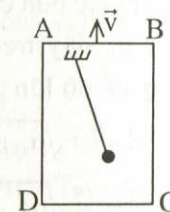
8.25. Quả lắc đồng hồ coi như con lắc đơn. Đồng hồ chạy đúng tại mặt đất. Bán kính Trái Đất là R . Đưa đồng hồ lên độ cao $h \ll R$ (bỏ qua sự thay đổi nhiệt độ), sau thời gian t đồng hồ đã chạy:

A. chậm $\frac{h}{R}t$ B. nhanh $\frac{h}{R}t$ C. chậm $\frac{R}{h}t$ D. nhanh $\frac{R}{h}t$

8.26. Cùng một số dao động như nhau, tại A con lắc thực hiện trong thời gian 3 phút 20 giây nhưng tại B cũng con lắc đó thực hiện trong thời gian 3 phút 19 giây (chiều dài con lắc không đổi). Như vậy so với gia tốc rơi tự do tại A thì gia tốc rơi tự do tại B đã :

A. tăng thêm 1%. B. giảm đi 1%.
C. tăng thêm 0,01%. D. giảm đi 0,01%.

8.27. Treo con lắc đơn vào tấm gỗ ABCD thẳng đứng như hình vẽ, chu kỳ dao động bé của con lắc là $T_0 = \sqrt{3} \text{ s}$. Kéo tấm gỗ chuyển động theo phương thẳng đứng lên trên với gia tốc $a = \frac{g}{2}$ (g là gia tốc rơi tự do coi như không đổi) thì chu kỳ dao động của con lắc là:



A. $T = \sqrt{6} \text{ s}$. B. $T = 2 \text{ s}$. C. $T = \sqrt{2} \text{ s}$. D. $T = \sqrt{1,5} \text{ s}$.

8.28. Con lắc đơn dài $l = 1 \text{ m}$, khối lượng vật nặng là $m = 10 \text{ g}$ mang điện tích $q = 10^{-6} \text{ C}$ dao động điều hòa trong điện trường đều $\vec{E}$ có đường sức thẳng đứng hướng xuống với $E = 10^5 \text{ V/m}$. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Chu kỳ dao động con lắc là :

A. $T = 1,2 \text{ (s)}$ B. $T = 1,4 \text{ (s)}$ C. $T = 1,8 \text{ (s)}$ D. $T = 0,5 \text{ (s)}$

8.29. Con lắc đơn có khối lượng vật nặng là $m = 100 \text{ g}$ mang điện tích $q = -10^{-8} \text{ C}$ dao động điều hòa trong điện trường đều $\vec{E}$ hướng thẳng đứng xuống dưới với $E = 4 \cdot 10^6 \text{ V/m}$. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Nếu không có điện trường thì chu kỳ dao động con lắc sẽ :

A. tăng lên 5%. B. giảm đi 5%. C. tăng lên 2%. D. giảm đi 2%.

8.30. Chu kỳ dao động bé của con lắc đơn trong không khí là $T = 2 \text{ s}$. Biết khối lượng riêng của không khí là $\rho_0 = 1,29 \text{ kg/m}^3$ và của chất làm vật nặng con lắc là $\rho = 6450 \text{ kg/m}^3$. Chu kỳ dao động của con lắc này trong chân không là:

A. $T_0 = 2,0002 \text{ s}$. B. $T_0 = 1,9996 \text{ s}$. C. $T_0 = 1,9998 \text{ s}$. D. $T_0 = 2,0004 \text{ s}$.

- 8.31. Khi đưa con lắc từ phòng chân không ra không khí thì chu kỳ dao động bé tăng lên 0,2%. Tỷ số giữa khối lượng riêng của không khí và chất làm vật nặng con lắc là :
- A. $\frac{\rho_0}{\rho} = 4.10^{-3}$ B. $\frac{\rho_0}{\rho} = 2.10^{-4}$ C. $\frac{\rho_0}{\rho} = 4.10^{-4}$ D. $\frac{\rho_0}{\rho} = 2.10^{-3}$
- 8.32. Con lắc đơn dao động với phương trình : $S = 10\cos(10t)$ (cm). Độ lớn vận tốc con lắc lúc vật qua li độ $S = 5$ cm là :
- A. $|v| = 86,6$ m/s. B. $|v| = 1,534$ m/s.
C. $|v| = 0,866$ m/s. D. $|v| = 153,4$ m/s.
- 8.33. Con lắc đơn dài l được treo ở nơi có gia tốc rơi tự do là g . Kéo con lắc lệch ra khỏi vị trí cân bằng thẳng đứng góc α_0 rồi thả nhẹ. Độ lớn vận tốc con lắc lúc vật qua vị trí cân bằng là :
- A. $|v| = gl\cos\alpha_0$ B. $|v| = \sqrt{2gl\cos\alpha_0}$
C. $|v| = \sqrt{gl(2 - \cos\alpha_0)}$ D. $|v| = \sqrt{2gl(1 - \cos\alpha_0)}$
- 8.34. Con lắc đơn có chiều dài l dao động điều hòa với tần số góc ω , biên độ góc α_0 . Lúc dây treo con lắc hợp với phương thẳng đứng góc α thì vận tốc vật nặng có độ lớn :
- A. $|v| = l\omega\sqrt{\alpha_0 - \alpha}$ B. $|v| = l\omega\sqrt{\alpha_0^2 - \alpha^2}$
C. $|v| = \frac{\omega}{l}\sqrt{\alpha_0^2 - \alpha^2}$ D. $|v| = \frac{l}{\omega^2}(\alpha_0 - \alpha)$
- 8.35. Tách con lắc đơn ra khỏi vị trí cân bằng thẳng đứng góc $\alpha_0 = 8^\circ$ rồi thả nhẹ thì nó dao động điều hòa với chu kỳ 2s ở nơi $g = 9,8$ m/s². Độ lớn vận tốc của vật nặng lúc dây treo hợp với phương thẳng đứng góc $\alpha = 4^\circ$ là :
- A. $|v| = 0,377$ m/s. B. $|v| = 2,564$ m/s.
C. $|v| = 0,128$ m/s. D. $|v| = 1,759$ m/s.
- 8.36. Con lắc đơn có khối lượng vật nặng là m dao động với biên độ góc α_0 tại nơi có gia tốc g thì sức căng dây khi con lắc qua li độ góc α là :
- A. $T = mg(\cos\alpha - \cos\alpha_0)$ B. $T = mg(2\cos\alpha - 3\cos\alpha_0)$
C. $T = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$ D. $T = \sqrt{2mg(\cos\alpha - \cos\alpha_0)}$
- 8.37. Gọi T_0 là sức căng dây của con lắc đơn khi nó đứng yên tại vị trí cân bằng và T là sức căng dây khi con lắc ấy dao động qua vị trí cân bằng thì :
- A. $T = T_0$ B. $T > T_0$ C. $T < T_0$ D. $T \geq T_0$
- 8.38. Sức căng dây của con lắc đơn có trọng lượng P tại vị trí biên khi nó dao động với biên độ góc α_0 là:

- A. $T = 0$ B. $T = P(3 - 2\cos\alpha_0)$
C. $T = P(3\cos\alpha_0 - 2)$ D. $T = P\cos\alpha_0$
- 8.39. Con lắc đơn có khối lượng m đang dao động nơi gia tốc g với biên độ góc α_0 thì sức căng dây T của con lắc thỏa mãn :
- A. $mg\cos\alpha_0 \leq T \leq mg(3 - 2\cos\alpha_0)$ B. $mg(3 - 2\cos\alpha_0) \leq T \leq mg\cos\alpha_0$
C. $0 \leq T \leq mg(3 - 2\cos\alpha_0)$ D. $0 \leq T \leq mg\cos\alpha_0$
- 8.40. Một con lắc đơn dao động bé với biên độ góc α_0 . Biết tỷ số giữa sức căng dây cực đại và cực tiểu là $\frac{202}{199}$. Độ lớn biên độ góc:
- A. $\alpha_0 = 0,10$ rad. B. $\alpha_0 = 0,12$ rad. C. $\alpha_0 = 0,15$ rad. D. $\alpha_0 = 0,17$ rad.
- 8.41. Hai con lắc đơn A và B cùng dao động điều hòa trong hai mặt phẳng song song với chiều dài con lắc A ngắn hơn một chút. Cứ sau 101 dao động của con lắc A thì chúng cùng qua vị trí cân bằng và cùng chiều. Chu kỳ dao động của con lắc A là 0,5s thì con lắc B là:
- A. $T_B = 0,495$ s. B. $T_B = 0,505$ s. C. $T_B = 0,490$ s. D. $T_B = 0,510$ s.
- 8.42. Hai con lắc đơn A và B có chiều dài là l_A và l_B mà $l_A = 1,0404 l_B$ cùng dao động điều hòa gần nhau. Giữa hai lần liên tiếp chúng cùng qua vị trí cân bằng theo cùng chiều thì con lắc B thực hiện được :
- A. $N = 50$ dao động. B. $N = 49$ dao động.
C. $N = 51$ dao động. D. $N = 52$ dao động.
- 8.43. Con lắc đơn A và B dao động điều hòa với chu kỳ lần lượt $T_A = 0,82$ s và $T_B = 0,80$ s. Thời gian hai lần liên tiếp hai con lắc cùng dao động qua vị trí cân bằng và cùng chiều là:
- A. $T = 64,6$ s. B. $T = 45,6$ s. C. $T = 15,0$ s. D. $T = 32,8$ s.
- 8.44. Hai con lắc đơn cùng dao động điều hòa với chu kỳ con lắc này lớn hơn 1% so với chu kỳ con lắc kia. Giữa hai lần liên tiếp hai con lắc cùng qua vị trí cân bằng và cùng chiều thì con lắc dao động chậm hơn đã thực hiện được :
- A. 99 dao động. B. 100 dao động. C. 101 dao động. D. 98 dao động.
- 8.45. Con lắc đơn có khối lượng $m = 100$ g dao động với phương trình :
 $s = 5 \cos(20t)$ (cm). Cơ năng dao động của con lắc là :
- A. $W = 500$ J. B. $W = 5$ J. C. $W = 0,05$ J. D. $W = 0,1$ J.
- 8.46. Chọn câu sai :
- A. Động năng của con lắc đơn là $W_d = \frac{1}{2}mv^2$.
B. Thế năng của con lắc đơn ở li độ góc α là $W_t = mgl(1 - \cos\alpha)$
C. Cơ năng của con lắc đơn là $W = W_d + W_t$
D. Nếu bỏ qua mọi ma sát thì cơ năng của con lắc đơn được bảo toàn.

8.47. Một con lắc đơn có khối lượng m , chiều dài l , dao động bé với biên độ góc α_0 tại nơi có gia tốc g . Lấy mốc thế năng tại vị trí cân bằng thì cơ năng của con lắc là :

A. $W = mgl\alpha_0^2$ B. $W = mgl(1 - \alpha_0)$

C. $W = \frac{1}{2} mgl\alpha_0^2$ D. $W = mgl\left(1 - \frac{\alpha_0^2}{2}\right)$

8.48. Tách con lắc đơn khối lượng $m = 10g$, chiều dài $l = 20cm$ ra khỏi vị trí thẳng đứng góc $\alpha = 30^\circ$ rồi truyền cho vật nặng vận tốc $v = 0,8 \text{ m/s}$ theo phương vuông góc với dây treo con lắc thì con lắc dao động. Lấy $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Động năng con lắc khi qua vị trí cân bằng là :

A. $W_d = 6,4 \text{ mJ}$ B. $W_d = 5,8 \text{ mJ}$ C. $W_d = 10,5 \text{ mJ}$ D. $W_d = 2,7 \text{ mJ}$

8.49. Một con lắc dao động với biên độ góc α_0 . Lấy mốc thế năng tại vị trí cân bằng thì động năng bằng 3 lần thế năng khi con lắc qua li độ góc α mà :

A. $\alpha = \frac{\alpha_0}{2}$ B. $\alpha = \frac{\alpha_0}{4}$ C. $\alpha = \frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$ D. $\alpha = \frac{\alpha_0}{3}$

8.50 Một thanh cứng OA có chiều dài $l = OA = 50cm$ đồng chất và tiết diện đều có thể quay xung quanh trục nằm ngang qua đầu O.

Biết momen quán tính của thanh đối với trục quay O là $I = \frac{1}{3} ml^2$.

Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tách thanh ra khỏi vị trí cân bằng thẳng đứng một góc bé rồi thả nhẹ cho dao động điều hòa. Thời gian để thanh thực hiện 10 dao động toàn phần là:

A. $\Delta t = 1,15s$ B. $\Delta t = 5,67s$ C. $\Delta t = 15,28s$ D. $\Delta t = 11,47s$

8.51 Con lắc vật lí là một thanh có trọng tâm nằm ở chính giữa thanh, dao động bé xung quanh trục qua đầu O của thanh với tần số $\frac{\sqrt{2}}{2} \text{ Hz}$. Biết momen quán

tính của thanh đối với trục quay O là $I = \frac{1}{3} ml^2$, m là khối lượng thanh. Lấy

$g = \pi^2 \text{ (m/s}^2\text{)}$. Chiều dài thanh là:

A. 50cm B. 75cm C. 100cm D. 25cm

8.52 Một thanh đồng nhất có khối lượng phân bố đều chiều dài $l = \sqrt{3} \text{ m}$, dao động điều hòa xung quanh một trục nằm ngang qua điểm O trên thanh cách trọng tâm G của thanh khoảng d . Biết momen quán tính của thanh đối với trục quay O được tính bởi công thức: $I = \frac{1}{12} ml^2 + md^2$, trong đó m là khối lượng thanh.



Để chu kì dao động của thanh là bé nhất thì khoảng cách d bằng:

A. 0,3m B. 0,4m C. 0,5m D. 0,6m

8.53 Cũng giả thiết như câu 3.52 thì chu kì dao động bé nhất của thanh là:

A. $\sqrt{2} \text{ s}$ B. $\sqrt{3} \text{ s}$ C. 2s D. 3s

HƯỚNG DẪN GIẢI

8.1. Đáp án C

A. Sai vì chỉ khi dao động bé ($\sin\alpha \approx \alpha$) thì con lắc đơn mới dao động điều hòa.

B. Sai vì $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ nên chu kì T tỉ lệ với căn bậc hai của chiều dài l .

C. Đúng vì $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ nên tần số góc ω tỉ lệ với căn bậc hai của gia tốc rơi tự do g .

8.2. Đáp án B

Các góc $\alpha \leq 10^\circ$ thì $\sin\alpha \approx \alpha$ (rad), đó là các góc bé nên với $\alpha \approx 3^\circ$ con lắc sẽ dao động điều hòa.

8.3. Đáp án D

Khi dao động bé thì chu kì dao động con lắc đơn là $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

Chu kì này không phụ thuộc vào biên độ góc α_0 và khối lượng m nên nó không thay đổi.

8.4. Đáp án A

A. Sai vì $W_t = mgl(1 - \cos\alpha)$ là thế năng của con lắc đơn nếu chọn mốc thế năng là vị trí cân bằng.

8.5. Đáp án C

• $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \rightarrow l = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{1^2 \cdot \pi^2}{4\pi^2} = 0,25 \text{ (m)}$

• $s_0 = l\alpha_0 = 25 \cdot 0,12 = 3 \text{ (cm)}$

• $v = \omega s_0 = \frac{2\pi}{T} \cdot s_0 = \frac{2\pi}{1} \cdot 3 = 18,84 \text{ (cm/s)}$

8.6. Đáp án B

Con lắc dao động điều hòa nên gia tốc vật nặng lúc qua li độ s là: $a = -\omega^2 s$.

Tại vị trí cân bằng thì $s = 0$ nên $a = 0$

8.7. Đáp án D

Lực kéo về trong dao động điều hòa của con lắc đơn $F = -mg\frac{s}{l}$

8.8. Đáp án D

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} : \text{tỉ lệ nghịch với } \sqrt{l}$$

8.9. Đáp án B

- Đo chiều dài l của con lắc
- Đo thời gian Δt của N dao động toàn phần của con lắc, suy ra chu kì $T = \frac{\Delta t}{N}$
- Tính $g = \frac{4\pi^2 \cdot l}{T^2}$: đo được g tại nơi con lắc dao động.

8.10. Đáp án A

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \rightarrow g = \frac{4\pi^2 \cdot l}{T^2}, \text{ với } T = \frac{\Delta t}{N} = \frac{157}{50} = 3,14 \text{ (s)} = \pi \text{ (s)}$$

$$\text{nên } g = \frac{4\pi^2 \cdot 2,46}{\pi^2} = 9,84 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

8.11. Đáp án C

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}} \rightarrow \frac{l_1}{g} = \frac{T_1^2}{4\pi^2}; \quad T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}} \rightarrow \frac{l_2}{g} = \frac{T_2^2}{4\pi^2}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l_1 + l_2}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{T_1^2 + T_2^2}{4\pi^2}} = \sqrt{T_1^2 + T_2^2} = 0,40 \text{ (s)}$$

8.12. Đáp án B

$$\text{Có: } 6T_1 = 8T_2 \rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{4}{3} \text{ hay } \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} = \frac{4}{3} \rightarrow l_1 = \frac{16}{9} l_2$$

$$\text{và : } l_1 + l_2 = 100 \text{ (cm) nên: } l_2 = 36 \text{ (cm) và } l_1 = 64 \text{ (cm)}$$

$$\Rightarrow T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}} = 1,6 \text{ (s)}; T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}} = 1,2 \text{ (s)}$$

8.13. Đáp án B

$$\bullet s_0 = l\alpha_0 = 20 \cdot \frac{9\pi}{180} = 3,14 \text{ (cm)}$$

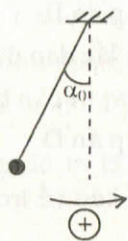
$$\bullet \text{ lúc } t = 0 \text{ thì } s = -s_0 \text{ nên: } -s_0 = s_0 \cos \varphi \rightarrow \cos \varphi = -1 \rightarrow \varphi = \pi$$

8.14. Đáp án C

$$\bullet \text{ Phương trình tổng quát: } \alpha = \alpha_0 \cos(\omega t + \varphi), \text{ với:}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} = \sqrt{\frac{9,8}{0,245}} = \sqrt{40} = 2\pi \text{ (rad/s)}$$

$$\alpha_0 = \frac{\sqrt{2}}{10} \text{ rad}$$



Chọn $t = 0$ là lúc thả thì $-\alpha_0 = \alpha_0 \cos \varphi \rightarrow \varphi = \pi$.

$$\text{Vậy } \alpha = \frac{\sqrt{2}}{10} \cos(2\pi t + \pi) = -\frac{\sqrt{2}}{10} \cos(2\pi f) \text{ (rad)}$$

- Sau khi thả $\frac{3}{8}$ s tức lúc $t = \frac{3}{8}$ s, con lắc qua:

$$\alpha = -\frac{\sqrt{2}}{10} \cos\left(2\pi \cdot \frac{3}{8}\right) = -\frac{\sqrt{2}}{10} \cos \frac{3\pi}{4} = -\frac{\sqrt{2}}{10} \left(-\frac{1}{\sqrt{2}}\right) = 0,1 \text{ (rad)}$$

8.15. Đáp án A

$$\bullet \frac{T}{2} = 0,2 \rightarrow T = 0,4 \text{ s} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,4} = 5\pi \text{ (rad/s)}$$

- Vận tốc truyền cho con lắc lúc ở vị trí cân bằng cũng là vận tốc chuyển động của con lắc khi qua vị trí cân bằng và đó là vận tốc cực đại.

$$v_{\max} = \omega s_0 \rightarrow s_0 = \frac{v_{\max}}{\omega} = \frac{31,4}{5\pi} = 2 \text{ (cm)}$$

- Lúc $t = 0, s = 0$ và $v > 0$

$$\begin{cases} 0 = s_0 \cos \varphi \\ v = -\omega s_0 \sin \varphi > 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = 0 \\ \sin \varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$$

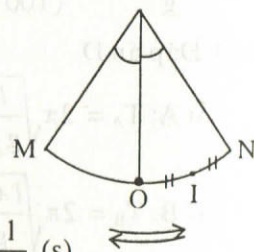
8.16. Đáp án A

Vật dừng lại tại hai điểm biên M và N nên:

$$\bullet \frac{T}{2} = 0,5 \rightarrow t = 1 \text{ (s)}$$

$$\bullet \widehat{MN} = 2s_0 = 6 \text{ (cm)} \rightarrow s_0 = 3 \text{ (cm)}$$

$$\bullet \text{ Quãng đường đi của vật là } \widehat{OI} = \frac{\widehat{ON}}{2} \text{ với } \Delta t = \frac{T}{12} = \frac{1}{12} \text{ (s)}$$



8.17. Đáp án A

- Con lắc qua vị trí cân bằng ($s = 0$) nên:

$$0 = 6 \cos(2\pi t - \frac{\pi}{3}) \rightarrow \cos(2\pi t - \frac{\pi}{3}) = 0$$

$$2\pi t - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{2} + k\pi \rightarrow t = \frac{5}{12} + \frac{k}{2}$$

$$\bullet \text{ Vật qua vị trí cân bằng lần thứ 2 ứng với } k = 1 \text{ nên: } t = \frac{5}{12} + \frac{1}{2} = \frac{11}{12} \text{ (s)}$$

8.18. Đáp án C

$$\text{Lúc đầu: } T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Lúc sau: $T + \Delta T = 2\pi \sqrt{\frac{l + \Delta l}{g}}$ ($\Delta l < 0$)

Tỉ số: $\frac{T + \Delta T}{T} = \sqrt{\frac{l + \Delta l}{l}} = \sqrt{1 + \frac{\Delta l}{l}}$

$1 + \frac{\Delta T}{T} = \sqrt{1 - \frac{1}{100}} = \sqrt{\frac{99}{100}}$

$\rightarrow \frac{\Delta T}{T} = -1 + \sqrt{\frac{99}{100}} = -0,0050126... \approx -0,5\%$: chu kì giảm 0,5%.

8.19. Đáp án B

Chu kì ở A: $T_A = \frac{\Delta t}{100} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

Chu kì ở B: $T_B = \frac{\Delta t}{101} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + \Delta g}}$

Lập tỉ số: $\frac{T_A}{T_B} = \frac{101}{100} = \sqrt{\frac{g + \Delta g}{g}} = \sqrt{1 + \frac{\Delta g}{g}} \Rightarrow 1 + \frac{\Delta g}{g} = \left(\frac{101}{100}\right)^2$

$\Rightarrow \frac{\Delta g}{g} = -1 + \left(\frac{101}{100}\right)^2 = 0,0201 \approx 2\% > 0$: g tại B đã tăng 2% so với g tại A

8.20. Đáp án D

Tại A: $T_A = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_A}}$

Tại B: $T_B = 2\pi \sqrt{\frac{l + \Delta l}{g_B}}$ vì $T_A = T_B$ nên: $\sqrt{\frac{l}{g_A}} = \sqrt{\frac{l + \Delta l}{g_B}} \rightarrow \frac{l + \Delta l}{l} = \frac{g_B}{g_A}$

$\frac{\Delta l}{l} = -1 + \frac{g_B}{g_A} = \frac{-g_A + g_B}{g_A} = \frac{-9,795 + 9,745}{9,795} = -0,00510... \approx -0,5\%$

Chiều dài giảm 0,5%.

8.21. Đáp án A

Lúc đầu: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l_0}{g}} = s(s)$

Lúc sau: $T + \Delta T = 2\pi \sqrt{\frac{l_0(1 + \alpha \Delta t)}{g}}$

Tỉ số $\frac{T + \Delta T}{T} = \sqrt{1 + \alpha \Delta t} \approx 1 + \frac{\alpha \Delta t}{2}$

$\rightarrow \frac{\Delta T}{T} = \frac{\alpha \Delta t}{2} \rightarrow \Delta T = T \cdot \frac{\alpha \Delta t}{2} = 2 \cdot \frac{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 10}{2} = 1,8 \cdot 10^{-4} > 0$: chu kì tăng $1,8 \cdot 10^{-4}s$

8.22. Đáp án B

Tại Mặt Đất: $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_0}}$, với $g_0 = G \cdot \frac{M}{R^2}$

Tại độ cao h: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l + \Delta l}{g}}$, với $g = G \cdot \frac{M}{(R + h)^2}$

Vì chu kì không đổi nên: $\frac{l}{g_0} = \frac{l + \Delta l}{g}$

$\rightarrow \frac{l + \Delta l}{l} = \frac{g}{g_0} = \frac{G \cdot \frac{M}{(R + h)^2}}{G \cdot \frac{M}{R^2}} = \left(\frac{R}{R + h}\right)^2$

$1 + \frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{\left(1 + \frac{h}{R}\right)^2} = \left(1 + \frac{h}{R}\right)^{-2} \approx 1 - \frac{2h}{R}$ (vì $\frac{h}{R} \ll 1$)

$\frac{\Delta l}{l} = -\frac{2h}{R} = -\frac{2 \cdot 16}{6400} = -0,005 = -0,5\% < 0$: chiều dài giảm 0,5%.

8.23. Đáp án C

Tại Mặt Đất: $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l_0}{g_0}}$

Tại độ cao h: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l_0(1 + \alpha \Delta t)}{g}}$

Vì $T_0 = T$ nên: $\sqrt{\frac{l_0}{g_0}} = \sqrt{\frac{l_0(1 + \alpha \Delta t)}{g}} \rightarrow \sqrt{\frac{g_0}{g}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \alpha \Delta t}}$

$\sqrt{\frac{G \cdot \frac{M}{R^2}}{G \cdot \frac{M}{(R + h)^2}}} = (1 + \alpha \Delta t)^{-\frac{1}{2}} \approx 1 - \frac{1}{2} \alpha \Delta t$ hay: $1 + \frac{h}{R} = 1 - \frac{1}{2} \alpha \Delta t$

$\rightarrow h = -\frac{1}{2} \alpha \cdot R \cdot \Delta t$ với $\Delta t = -15^0$

$= -\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-5} \cdot 6400 \cdot (-15) = 0,96 \text{ (km)} = 960 \text{ (m)}$

8.24. Đáp án D

Thời gian đồng hồ chạy sai: $\mathcal{T} = \left| 1 - \frac{T_{\text{đúng}}}{T_{\text{sai}}} \right| \cdot t$, với:

$$T_{\text{đúng}} = 2\pi\sqrt{\frac{l_0}{g}}; T_{\text{sai}} = 2\pi\sqrt{\frac{l_0(1+\alpha\Delta t)}{g}}$$

$$\Rightarrow \frac{T_{\text{đúng}}}{T_{\text{sai}}} = \frac{1}{\sqrt{1+\alpha\Delta t}} = (1+\alpha\Delta t)^{-\frac{1}{2}} \approx 1 - \frac{1}{2}\alpha\Delta t$$

nên: $\mathcal{C} = \left| 1 - \left(1 - \frac{1}{2}\alpha\Delta t \right) \right| \cdot t = \frac{1}{2}\alpha\Delta t \cdot t$, trong đó Δt là độ tăng nhiệt độ, t là thời gian một ngày đêm = 86400s.

$$\text{Suy ra: } \Delta t = \frac{2\mathcal{C}}{\alpha \cdot t} = \frac{2 \cdot 3,24}{1,5 \cdot 10^{-5} \cdot 86400} = 5^\circ\text{C}$$

8.25. Đáp án A

Sau thời gian t đồng hồ đã chạy sai: $\mathcal{C} = \left| 1 - \frac{T_{\text{đúng}}}{T_{\text{sai}}} \right| \cdot t$ (*)

$$T_{\text{đúng}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_0}}, \text{ với } g_0 = G \cdot \frac{M}{R^2}$$

$$T_{\text{sai}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}, \text{ với } g = G \cdot \frac{M}{(R+h)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{T_{\text{đúng}}}{T_{\text{sai}}} = \sqrt{\frac{g}{g_0}} = \frac{R}{R+h} < 1$$

$\rightarrow T_{\text{sai}} > T_{\text{đúng}}$: đồng hồ ở độ cao h đã chạy chậm.

$$(*) \Rightarrow \mathcal{C} = \left| 1 - \frac{R}{R+h} \right| \cdot t = \frac{h}{R+h} \cdot t \text{ vì } h \ll R \text{ nên } R+h \approx R, \text{ vậy: } \mathcal{C} = \frac{h}{R} \cdot t$$

Tóm lại: ở độ cao $h \ll R$ đồng hồ đã chạy chậm $\frac{h}{R} \cdot t$

8.26. Đáp án A

$$T_A = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = \frac{200}{N}; T_B = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g+\Delta g}} = \frac{199}{N}$$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{g+\Delta g}{g}} = \frac{200}{199} = 1 + \frac{1}{199}$$

$$\frac{g+\Delta g}{g} = \left(1 + \frac{1}{199} \right)^2 \approx 1 + \frac{2}{199}$$

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{2}{199} \approx 0,01 = 1\%: g \text{ tăng } 1\%$$

8.27. Đáp án C

Lúc tấm gỗ đứng yên thì chu kỳ dao động con lắc là

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = \sqrt{3} \text{ (s)}$$

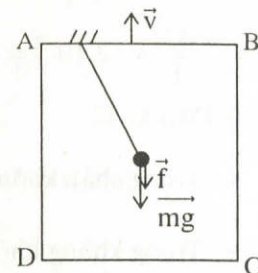
Trọng lượng con lắc lúc tấm gỗ kéo lên:

$$P' = mg + |f| = m(g+a)$$

Xem như con lắc dao động nơi có gia tốc:

$$g' = \frac{P'}{m} = g + a = 1,5g$$

$$\text{Chu kỳ con lắc: } T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{1,5g}} = \frac{T_0}{\sqrt{1,5}} = \sqrt{2} \text{ (s)}$$



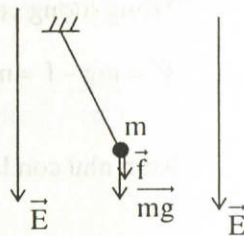
8.28. Đáp án B

Con lắc có trọng lượng: $P' = mg + f = mg + qE$

Xem như con lắc dao động nơi có gia tốc rơi tự do là:

$$g' = \frac{P'}{m} = g + \frac{qE}{m}$$

$$\text{Chu kỳ dao động: } T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g + \frac{qE}{m}}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{10 + \frac{10^{-6} \cdot 10^5}{0,01}}} = \frac{2\pi}{\sqrt{20}} \approx 1,4 \text{ (s)}$$



8.29. Đáp án D

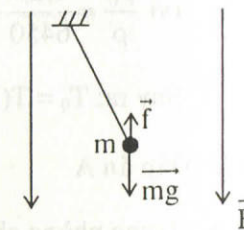
• Trọng lượng con lắc trong điện trường:

$$P' = mg - |f| = mg - |q|E$$

Xem như con lắc dao động nơi có gia tốc rơi tự do:

$$g' = \frac{P'}{m} = g - \frac{|q|E}{m}$$

$$\text{Chu kỳ con lắc trong điện trường: } T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}$$



• Khi không có điện trường thì chu kỳ dao động con lắc: $T + \Delta T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

$$\text{• Lập tỉ số: } \frac{T+\Delta T}{T} = \sqrt{\frac{g'}{g}} = \sqrt{\frac{g - \frac{|q|E}{m}}{g}} = \sqrt{1 - \frac{|q|E}{mg}}, \text{ với}$$

$$\frac{|q|E}{mg} = \frac{10^{-8} \cdot 4 \cdot 10^6}{0,1 \cdot 10} = 4 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{Vậy } 1 + \frac{\Delta T}{T} = \sqrt{1 - 4 \cdot 10^{-2}} \approx 1 - 2 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{\Delta T}{T} = -2 \cdot 10^{-2} = -2\% < 0: \text{ khi không có điện trường chu kỳ giảm } 2\%.$$

8.30. Đáp án C

- Trong chân không: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

- Trong không khí con lắc chịu thêm lực đẩy Ac-si-mét có độ lớn:

$$f = v \cdot \rho_0 \cdot g = \frac{m}{\rho} \cdot \rho_0 \cdot g$$

Trọng lượng con lắc trong không khí:

$$P' = mg - f = mg \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho} \right)$$

Xem như con lắc dao động nơi có gia tốc: $g' = \frac{P'}{m} = g \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho} \right)$

Chu kỳ con lắc trong không khí: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}$

- Lập tỉ số: $\frac{T_0}{T} = \sqrt{\frac{g'}{g}} = \sqrt{1 - \frac{\rho_0}{\rho}} \approx 1 - \frac{1}{2} \frac{\rho_0}{\rho}$

(vì $\frac{\rho_0}{\rho} = \frac{1,29}{6450} = 2 \cdot 10^{-4} \ll 1$)

Suy ra: $T_0 = T \left(1 - \frac{1}{2} \frac{\rho_0}{\rho} \right) = 2 \left(1 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-4} \right) = 1,9998 \text{ (s)}$

8.31. Đáp án A

- Trong phòng chân không: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

- Ngoài không khí: $T_0 + \Delta T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}$, với $g' = g \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho} \right)$

- Tỉ số: $\frac{T_0 + \Delta T}{T_0} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{\rho_0}{\rho}}} = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho} \right)^{-\frac{1}{2}}$

$$1 + \frac{\Delta T}{T_0} \approx 1 + \frac{1}{2} \frac{\rho_0}{\rho} \rightarrow \frac{\rho_0}{\rho} = 2 \cdot \frac{\Delta T}{T_0} = 2 \cdot 0,2\% = 0,4\% = 4 \cdot 10^{-3}.$$

8.32. Đáp án C

Con lắc dao động điều hòa nên:

$$s_0^2 = s^2 + \left(\frac{v}{\omega} \right)^2 \rightarrow |v| = \omega \sqrt{s_0^2 - s^2} = 10 \sqrt{0,1^2 - 0,05^2} \approx 0,866 \text{ (m/s)}$$

8.33. Đáp án D

$$|v| = \sqrt{2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_0)} \text{ khi qua vị trí cân bằng } (\alpha = 0 \rightarrow \cos \alpha = 1)$$

$$|v| = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0)}$$

8.34. Đáp án B

Vận tốc con lắc có độ lớn: $|v| = \sqrt{2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_0)}$

Con lắc dao động điều hòa nên các góc α, α_0 đều bé, do đó

$$\begin{cases} \cos \alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2} \\ \cos \alpha_0 \approx 1 - \frac{\alpha_0^2}{2} \end{cases}, \text{ nên: } |v| = \sqrt{2gl \left(1 - \frac{\alpha^2}{2} - 1 + \frac{\alpha_0^2}{2} \right)} = \sqrt{gl(\alpha_0^2 - \alpha^2)}$$

mà $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \rightarrow g = l\omega^2 \rightarrow gl = l^2\omega^2$

vậy: $|v| = l\omega\sqrt{\alpha_0^2 - \alpha^2}$

8.35. Đáp án A

$$\begin{cases} T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \rightarrow l = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{2^2 \cdot 9,8}{4 \cdot \pi^2} = \frac{9,8}{\pi^2} \text{ (m)} \\ |v| = \sqrt{gl(\alpha_0^2 - \alpha^2)}, \text{ với } \begin{cases} \alpha_0 = 8^\circ = \frac{8\pi}{180} \text{ rad} \\ \alpha = 4^\circ = \frac{4\pi}{180} \text{ rad} \end{cases} \end{cases}$$

Nên: $|v| = \sqrt{9,8 \cdot \frac{9,8}{\pi^2} (8^2 - 4^2) \left(\frac{\pi}{180} \right)^2} \approx 0,377 \text{ (m/s)}$

8.36. Đáp án C

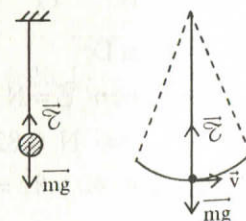
$$\mathcal{Z} = mg(3\cos \alpha - 2\cos \alpha_0)$$

8.37. Đáp án B

- Khi con lắc đứng yên: $\mathcal{Z}_0 = mg$

- Khi con lắc dao động và qua vị trí cân bằng:

$$\mathcal{Z} - mg = ma_{ht} > 0 \rightarrow \mathcal{Z} > mg = \mathcal{Z}_0$$



8.38. Đáp án D

$$\mathcal{E} = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$$

Tại vị trí biên: $\alpha = \alpha_0$, nên: $\mathcal{E} = P.\cos\alpha_0$

8.39. Đáp án A

$$\mathcal{E} = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$$

$\mathcal{E}$: max khi $\cos\alpha = 1$ nên $\mathcal{E}_{\max} = mg(3 - 2\cos\alpha_0)$

$\mathcal{E}$: min khi $\cos\alpha = \cos\alpha_0$ nên $\mathcal{E}_{\min} = mg\cos\alpha_0$.

Vậy: $mg\cos\alpha_0 \leq \mathcal{E} \leq mg(3 - 2\cos\alpha_0)$

8.40. Đáp án A

$$\mathcal{E}_{\max} = mg(3 - 2\cos\alpha_0) \approx mg[3 - 2(1 - \frac{\alpha_0^2}{2})] = mg(1 + \alpha_0^2)$$

$$\mathcal{E}_{\min} = mg\cos\alpha_0 \approx mg(1 - \frac{\alpha_0^2}{2})$$

$$\frac{\mathcal{E}_{\max}}{\mathcal{E}_{\min}} = \frac{1 + \frac{\alpha_0^2}{2}}{1 - \frac{\alpha_0^2}{2}} = \frac{202}{199} \rightarrow \alpha_0 = 0,1 \text{ (rad)}$$

8.41. Đáp án B

$l_A < l_B \rightarrow T_A < T_B$: con lắc B dao động chậm hơn A nên A thực hiện được 101 dao động thì B thực hiện được 100 dao động trong cùng thời gian.

Vậy: $100T_B = 101.T_A$

$$T_B = \frac{101}{100}T_A = \frac{101}{100}.0,5 = 0,505 \text{ (s)}$$

8.42. Đáp án C

$l_A > l_B \rightarrow T_A > T_B$: con lắc A dao động chậm hơn B nên nếu B thực hiện N dao động thì A thực hiện (N - 1) dao động giữa hai lần liên tiếp chúng cùng qua vị trí cân bằng theo cùng chiều.

Vậy: $N.T_B = (N - 1).T_A$

$$\rightarrow \frac{N-1}{N} = \frac{T_B}{T_A} = \sqrt{\frac{l_B}{l_A}} = \sqrt{\frac{1}{1,0404}} \rightarrow N = 51 \text{ (dao động)}$$

8.43. Đáp án D

$T_A > T_B$ nên $\mathcal{E} = N.T_A = (N + 1)T_B$

$$\Leftrightarrow N.0,82 = (N + 1).0,80 \rightarrow N = 40$$

Vậy $\mathcal{E} = 40.0,82 = 32,8 \text{ (s)}$

8.44. Đáp án A

Gọi N là số dao động của con lắc dao động chậm với chu kỳ là T thì (N + 1) là số dao động của con lắc dao động nhanh với chu kỳ T + ΔT ($\Delta T < 0$)

có $N.T = (N + 1)(T + \Delta T)$

$$N = (N + 1)(1 + \frac{\Delta T}{T}), \text{ với } \frac{\Delta T}{T} = -\frac{1}{100}$$

$$N = (N + 1)(1 - \frac{1}{100}) \rightarrow N = 99$$

8.45. Đáp án C

Con lắc đơn dao động điều hòa nên cơ năng:

$$W = \frac{1}{2}m\omega^2 s_0^2 = \frac{1}{2}0,1.20^2.0,05^2 = 0,05 \text{ (J)}$$

8.46. Đáp án B

B sai vì thế năng của con lắc đơn ở li độ góc α là $W_t = mgl(1 - \cos\alpha)$ nếu chọn mốc thế năng tại vị trí cân bằng.

8.47. Đáp án C

Có: $W_t = mgl(1 - \cos\alpha)$

Với α bé nên $\cos\alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}$, do đó: $W_t = \frac{1}{2}mgl\alpha^2$

Cơ năng là thế năng cực đại ($\alpha = \alpha_0$): $W = W_{t(\max)} = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2$

8.48. Đáp án B

Động năng con lắc khi qua vị trí cân bằng là cơ năng con lắc:

$$W_d = W = \frac{1}{2}mv^2 + mgl(1 - \cos\alpha) = \frac{1}{2}0,01.0,8^2 + 0,01.9,8.0,2\left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right) \approx 0,0058 \text{ (J)} = 5,8 \text{ (mJ)}$$

8.49. Đáp án A

$W_d = 3W_t$ nên $4W_t = W$

$$4\left(\frac{1}{2}mgl\alpha^2\right) = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2 \rightarrow \alpha = \pm \frac{\alpha_0}{2}$$

8.50. Đáp án D

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mg.d}}, \text{ với } I = \frac{1}{3}ml^2; d = \frac{l}{2} \text{ nên } T = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{3}ml^2}{mg.\frac{l}{2}}} = 2\pi\sqrt{\frac{2l}{3g}}$$

Thời gian thực hiện 10 dao động:

$$\Delta t = 10T = 20\pi \sqrt{\frac{2}{3} \cdot \frac{l}{g}} = 20\pi \sqrt{\frac{2}{3} \cdot \frac{0,5}{10}} = \frac{20\pi}{\sqrt{30}} \approx 11,47 \text{ (s)}$$

8.51. Đáp án B

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{2}{3} \cdot \frac{l}{g}} \rightarrow f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{3}{2} \cdot \frac{g}{l}} \rightarrow l = \frac{3}{8\pi^2} \cdot \frac{g}{f^2} = \frac{3}{8\pi^2} \cdot \frac{\pi^2}{\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2} = 0,75 \text{ (m)}$$

8.52. Đáp án C

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}} = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{1}{12}ml^2 + md^2}{mgd}} = 2\pi \sqrt{\frac{1}{12} \cdot \frac{l^2}{gd} + \frac{d}{g}} \quad (*)$$

$$T: \min \leftrightarrow \frac{1}{12} \cdot \frac{l^2}{gd} + \frac{d}{g}: \min$$

$$\leftrightarrow \frac{1}{12} \cdot \frac{l^2}{gd} = \frac{d}{g} \rightarrow d^2 = \frac{l^2}{12} \rightarrow d = \frac{l\sqrt{3}}{6} = \frac{\sqrt{3}\sqrt{3}}{6} = 0,5 \text{ (m)}$$

8.53. Đáp án C

$$\text{Thay: } \frac{1}{12} \frac{l^2}{g \cdot d} = \frac{d}{g} \text{ vào công thức (*) thì } T_{\min} = 2\pi \sqrt{2 \cdot \frac{d}{g}}$$

$$\text{Với } d \text{ vừa tính } = 0,5 \text{ (m) và } g = \pi^2 \text{ thì: } T_{\min} = 2\pi \sqrt{2 \cdot \frac{0,5}{\pi^2}} = 2 \text{ (s)}$$

Bài 9. DAO ĐỘNG TẮT DẦN. DAO ĐỘNG CƯỖNG BỨC

TÓM TẮT LÝ THUYẾT

Khi không có ma sát con lắc dao động điều hòa với tần số f_0 chỉ phụ thuộc vào các đặc tính của hệ gọi là tần số riêng.

1. Dao động tắt dần

- Dao động tắt dần là dao động có biên độ giảm dần
- Nguyên nhân là do ma sát và lực cản môi trường làm chuyển hóa cơ năng thành nhiệt năng, kết quả là biên độ dao động giảm dần.
- Ứng dụng của dao động tắt dần: thiết bị đóng cửa tự động, thiết bị giảm xóc ô tô,...

2. Dao động duy trì

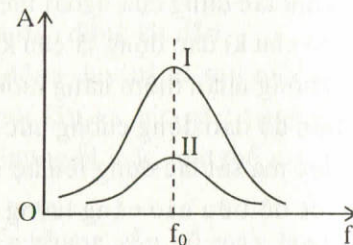
- Nếu ta cung cấp thêm năng lượng cho vật dao động tắt dần (do ma sát) sau mỗi chu kì để bù lại phần năng lượng tiêu hao vì ma sát mà không làm thay đổi chu kì riêng của nó thì dao động kéo dài mãi mãi; đó là dao động duy trì.
- Dao động của con lắc đồng hồ là dao động duy trì.

3. Dao động cưỡng bức

- Dao động cưỡng bức là dao động chịu tác dụng của ngoại lực cưỡng bức tuần hoàn.
- Dao động cưỡng bức có biên độ không đổi và tần số bằng tần số của ngoại lực cưỡng bức.
- Biên độ dao động cưỡng bức phụ thuộc vào biên độ của lực cưỡng bức và độ chênh lệch giữa tần số của lực cưỡng bức và tần số riêng của hệ dao động. Khi độ chênh lệch này càng nhỏ thì biên độ dao động cưỡng bức càng lớn.
- Dao động của thân xe khi dừng mà không tắt máy là dao động cưỡng bức.

4. Hiện tượng cộng hưởng

- Hiện tượng biên độ dao động cưỡng bức tăng dần lên đến giá trị cực đại khi tần số f của lực cưỡng bức bằng tần số riêng f_0 của hệ dao động gọi là hiện tượng cộng hưởng.
- Điều kiện cộng hưởng: $f = f_0$.
- Đồ thị cộng hưởng càng nhọn khi lực cản môi trường càng nhỏ:
Đường I → lực cản môi trường nhỏ
Đường II → lực cản môi trường lớn
- Hiện tượng cộng hưởng có thể có hại (làm gãy, vỡ,...) hoặc có lợi (hộp cộng hưởng).



CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

9.1. Chọn câu sai

- Dao động tắt dần có biên độ giảm dần.
- Tần số của con lắc dao động tắt dần là tần số riêng của con lắc đó.
- Trong dao động tắt dần cơ năng chuyển hóa thành nhiệt năng.
- Lực cản lên vật dao động càng lớn thì dao động tắt dần càng nhanh.

9.2. Cho 3 dao động sau đây:

- Dao động của con lắc đơn trong không khí.
- Dao động của người ngồi trên võng (đụng tay vào tường khi võng đến gần tường).
- Dao động của thân xe khi xe đậu trên bến nhưng vẫn nổ máy.

Dao động duy trì là dao động

- A. I B. II C. III D. II và III

9.3. Chọn câu đúng

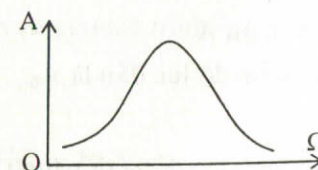
- Dao động duy trì có biên độ giảm dần.

- B. Dao động duy trì có tần số tùy thuộc vào tần số ngoại lực.
 C. Dao động của con lắc đồng hồ là dao động duy trì.
 D. Để có dao động duy trì thì sau mỗi chu kỳ hệ dao động phải được cung cấp thêm năng lượng lớn hơn năng lượng đã bị mất do lực cản trong chu kỳ đó.
- 9.4. So với tần số riêng của hệ dao động thì tần số của dao động cưỡng bức
 A. lớn hơn B. nhỏ hơn
 C. bằng nhau D. không so sánh được
- 9.5. Với một ngoại lực cưỡng bức $F = F_0 \cos(\Omega t)$ trong đó F_0 không đổi còn Ω tăng dần từ $0 \rightarrow \infty$ thì biên độ A của dao động cưỡng bức
 A. tăng dần rồi sau đó giảm B. không đổi
 C. không đổi và bằng F_0 D. tăng dần
- 9.6. Dao động duy trì
 A. không chịu tác dụng của ngoại lực
 B. chịu tác dụng của ngoại lực có tần số bất kỳ
 C. có chu kỳ dao động là chu kỳ riêng của hệ
 D. không nhận thêm năng lượng từ bên ngoài
- 9.7. Biên độ dao động cưỡng bức đạt giá trị cực đại khi
 A. lực ma sát tác dụng lên hệ dao động không đáng kể.
 B. tốc độ tiêu hao năng lượng do ma sát bằng tốc độ cung cấp năng lượng cho hệ.
 C. tiêu hao năng lượng do ma sát không đáng kể.
 D. cả A và C.
- 9.8. Một con lắc đơn có tần số riêng là f_0 . Con lắc đang dao động cưỡng bức với tần số ngoại lực $f = f_0$. Sau đó tăng dần tần số ngoại lực f ($f > f_0$) thì biên độ dao động cưỡng bức
 A. vẫn không đổi B. tăng lên
 C. giảm xuống D. tăng lên rồi giảm xuống
- 9.9. Chu kỳ dao động của con lắc trong chân không là $T_0 = 0,2s$. Để con lắc dao động không tắt trong không khí con lắc chịu tác dụng ngoại lực cưỡng bức có biên độ không đổi còn chu kỳ T thay đổi. Khi T tăng dần từ $T_1 = 0,25s$ đến $T_2 = 0,5s$ thì biên độ dao động cưỡng bức
 A. tăng rồi giảm B. giảm rồi tăng C. tăng lên D. giảm xuống
- 9.10. Một chiếc xe chạy trên một con đường lát gạch, cứ cách khoảng 9m trên đường lại có một rãnh nhỏ, với tốc độ 21,6km/h thì xe bị xóc mạnh nhất. Chu kỳ dao động riêng của khung xe máy trên các lò xo giảm xóc là
 A. $T_0 = \frac{2}{3}s$ B. $T_0 = 5,4s$ C. $T_0 = 1s$ D. $T_0 = 1,5s$

- 9.11. Một con lắc lúc bắt đầu dao động có cơ năng 0,1J và dao động tắt dần, cứ sau mỗi chu kỳ biên độ giảm 3%. Để con lắc dao động duy trì với biên độ lúc đầu thì mỗi dao động toàn phần cần cung cấp cho con lắc năng lượng là
 A. $\Delta W = 6 \cdot 10^{-3}J$ B. $\Delta W = 3 \cdot 10^{-3}J$ C. $\Delta W = 9 \cdot 10^{-3}J$ D. $\Delta W = 0,097J$
- 9.12. Một con lắc dài 1m treo ở trần toa tàu đang chạy đều. Mỗi lần bánh xe qua chỗ nối hai đường ray thì toa tàu bị kích động. Khoảng cách hai chỗ nối liên tiếp là 12,5m. Lấy $g = \pi^2(m/s^2)$. Biên độ dao động con lắc sẽ lớn nhất khi tốc độ toa tàu là
 A. $v = 6,25km/h$ B. $v = 30km/h$ C. $v = 60km/h$ D. $v = 22,5km/h$

HƯỚNG DẪN GIẢI

- 9.1. B: sai vì, tần số riêng của con lắc là tần số của con lắc dao động tự do (không có lực cản tác dụng lên con lắc).
- 9.2. Đáp án B
 A. Dao động con lắc đơn trong không khí là dao động tắt dần.
 B. Dao động của người đưa võng là dao động duy trì vì sau mỗi dao động người đưa võng dùng tay vào tường một lần và lúc này võng được cấp thêm năng lượng để bù vào phần năng lượng bị mất, nhờ thế mà võng dao động mãi mãi.
 C. Dao động của thân xe khi đậu trên bến nhưng vẫn nổ máy là dao động cưỡng bức dưới tác dụng của lực cưỡng bức tuần hoàn gây bởi chuyển động của pít-tông trong xi lanh lúc nổ máy.
- 9.3. Đáp án C
 A. Sai vì dao động duy trì có biên độ không đổi
 B. Sai vì dao động duy trì có tần số bằng tần số dao động riêng của hệ dao động.
 D. Sai vì để có dao động duy trì thì sau mỗi chu kỳ hệ dao động phải được cung cấp thêm năng lượng đúng bằng năng lượng đã bị mất do lực cản trong môi trường đó.
- 9.4. Đáp án D
 Dao động cưỡng bức có tần số bằng tần số của ngoại lực cưỡng bức.
- 9.5. Đáp án A
 Đồ thị của biên độ A của dao động cưỡng bức phụ thuộc vào tần số góc Ω của ngoại lực như hình vẽ.
 Qua đồ thị ta thấy A tăng dần rồi sau đó giảm.



9.6. Đáp án C

- A. Sai vì dao động duy trì vẫn chịu tác dụng của ngoại lực.
 B. Sai vì dao động duy trì chịu tác dụng của ngoại lực có tần số bằng tần số riêng của hệ dao động.
 C. Đúng vì chu kỳ dao động duy trì là chu kỳ riêng của hệ dao động.
 D. Sai vì dao động duy trì chịu tác dụng của ngoại lực tức nhận thêm năng lượng từ bên ngoài.

9.7. Đáp án B

Biên độ dao động cưỡng bức đạt giá trị cực đại khi tốc độ tiêu hao năng lượng do ma sát bằng tốc độ cung cấp năng lượng cho hệ.

9.8. Đáp án C

Lúc $f = f_0$ thì biên độ dao động cưỡng bức đạt cực đại (cộng hưởng), sau đó f tăng lên thì biên độ giảm xuống.

9.9. Đáp án D

Điều kiện cộng hưởng:

$$f = f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{0,2} = 5 \text{ (Hz)}$$

$$\text{và: } \begin{cases} f_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{1}{0,25} = 4 \text{ (Hz)} \\ f_2 = \frac{1}{T_2} = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ (Hz)} \end{cases}$$

Nhìn trên đồ thị ta thấy: khi f giảm từ 4 Hz $\rightarrow$ 2 Hz (ứng với T tăng từ 0,25 $\rightarrow$ 0,55) thì biên độ A giảm từ $A_1 \rightarrow A_2$.

9.10. Đáp án D

Mỗi lần bánh xe đi qua rãnh thì xe bị kích động.

Chu kỳ kích động là: $T = \frac{L}{v}$, lò xo dao động nhanh nhất khi có cộng hưởng

xảy ra, lúc đó chu kỳ riêng của khung xe trên các lò xo bằng với chu kỳ T :

$$T_0 = T = \frac{L}{v}, \text{ với } v = 21,6 \text{ km/h} = 6 \text{ m/s} \text{ nên } T_0 = \frac{9}{6} = 1,5 \text{ (s)}$$

9.11. Đáp án A

Gọi biên độ lúc đầu là A_0 .

$$\text{Sau một dao động tiếp theo biên độ là } A \text{ thì } \frac{W}{W_0} = \frac{\frac{1}{2} m \omega^2 A^2}{\frac{1}{2} m \omega^2 A_0^2} = \left(\frac{A}{A_0} \right)^2,$$

$$\text{với } \frac{\Delta A}{A_0} = \frac{A_0 - A}{A_0} = 3\% \rightarrow \frac{A}{A_0} = 97\%$$

$$\text{Vậy: } \frac{W}{W_0} = (97\%)^2 \approx 94\% \rightarrow W = 94\% W_0 = 0,94 \cdot 0,1 = 0,094$$

$$\text{Năng lượng cần cung cấp: } \Delta W = W_0 - W = 0,1 - 0,094 = 0,006 \text{ (J)}.$$

9.12. Đáp án D

$$\text{Kích động ngoại lực có chu kỳ: } T = \frac{L}{v}$$

$$\text{Chu kỳ con lắc: } T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Con lắc dao động mạnh nhất khi có cộng hưởng:

$$T = T_0$$

$$\frac{L}{v} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow v = \frac{1}{2\pi} \cdot L \cdot \sqrt{\frac{g}{l}} = \frac{1}{2\pi} \cdot 12,5 \cdot \sqrt{\frac{\pi^2}{1}} = 6,25 \text{ (m/s)} = 22,5 \text{ (km/h)}$$

Bài 10. TỔNG HỢP DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA CÙNG PHƯƠNG, CÙNG TẦN SỐ - PHƯƠNG PHÁP GIẢN ĐỒ FRE-NEN

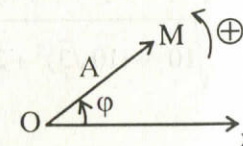
TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Vectơ quay:

Dao động điều hòa có phương trình $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ được biểu diễn bằng vectơ quay $\overrightarrow{OM}$

Đặc điểm của vectơ quay tại thời điểm ban đầu là:

- Có gốc tại gốc tọa độ O của trục Ox
- Có độ dài bằng biên độ dao động: $OM = A$
- Hợp với Ox một góc bằng pha ban đầu: $\widehat{xOM} = \varphi$



2. Phương pháp giản đồ fre-nen:

a. Có hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số

$$\begin{cases} x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1) \\ x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2) \end{cases}$$

Dao động tổng hợp của hai dao động nói trên có phương trình:

$$x = x_1 + x_2 = A \cos(\omega t + \varphi)$$

b. Để tìm A và φ ta lần lượt:

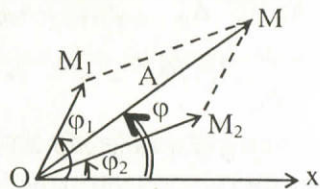
- Vẽ hai vectơ quay $\overrightarrow{OM_1}$ và $\overrightarrow{OM_2}$ biểu diễn cho x_1 và x_2 .
- Vẽ $\overrightarrow{OM} = \overrightarrow{OM_1} + \overrightarrow{OM_2}$.

- Vectơ quay $\overrightarrow{OM}$ biểu diễn cho phương trình dao động tổng hợp
 $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

- Dựa vào hình vẽ ta tính được:

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

$$\tan \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2}$$



- c. Biên độ A phụ thuộc vào A_1, A_2 và độ lệch pha của hai dao động ($\varphi_2 - \varphi_1$):

- Nếu hai dao động x_1, x_2 cùng pha:

$$\varphi_2 - \varphi_1 = 2k\pi \text{ với } k = 0; \pm 1; \pm 2; \dots \text{ thì } A = A_1 + A_2 : \text{ lớn nhất}$$

- Nếu hai dao động ngược pha: $\varphi_2 - \varphi_1 = (2k + 1)\pi$ thì $A = |A_1 - A_2|$: bé nhất.

BÀI TẬP CƠ BẢN

Ví dụ 1. Hai dao động điều hòa cùng phương cùng tần số có biên độ và pha ban

đầu lần lượt là: $A_1 = 10\text{cm}$; $A_2 = 10\sqrt{3}\text{cm}$; $\varphi_1 = 0$; $\varphi_2 = -\frac{\pi}{2}$. Biên độ và pha

ban đầu của dao động tổng hợp của hai dao động trên là

A. $A = 20\text{cm}$; $\varphi = -\frac{\pi}{6}$

B. $A = 15\text{cm}$; $\varphi = -\frac{\pi}{3}$

C. $A = 20\text{cm}$; $\varphi = -\frac{\pi}{3}$

D. $A = 15\text{cm}$; $\varphi = -\frac{\pi}{6}$

Giải

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

$$= \sqrt{10^2 + (10\sqrt{3})^2 + 2 \cdot 10 \cdot 10\sqrt{3} \cos\left(-\frac{\pi}{2} - 0\right)} = 20 \text{ (cm)}$$

$$\tan \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2} = \frac{10 \sin 0 + 10\sqrt{3} \sin\left(-\frac{\pi}{2}\right)}{10 \cos 0 + 10\sqrt{3} \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right)} = -\sqrt{3}$$

$$\rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{3}$$

Chọn đáp án C.

Ví dụ 2. Hai dao động điều hòa cùng phương cùng tần số và cùng biên độ a . Độ lệch pha của hai dao động là $\Delta\varphi$. Biên độ dao động tổng hợp của hai dao động là

A. $A = 2a$

B. $A = 2a |\sin \Delta\varphi|$

C. $A = a |\tan 2\Delta\varphi|$

D. $A = 2a \left| \cos \frac{\Delta\varphi}{2} \right|$

Giải

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}, \text{ với } \begin{cases} A_1 = A_2 = a \\ \varphi_2 - \varphi_1 = \Delta\varphi \end{cases}$$

$$\text{nên: } A = \sqrt{2a^2 + 2a^2 \cos \Delta\varphi} = \sqrt{2a^2 (1 + \cos \Delta\varphi)}$$

$$\text{Áp dụng công thức: } 1 + \cos 2x = 2\cos^2 x$$

$$\text{Ta được: } A = \sqrt{2a^2 \cdot 2\cos^2 \frac{\Delta\varphi}{2}} = 2a \left| \cos \frac{\Delta\varphi}{2} \right|$$

Chọn đáp án D.

Ví dụ 3. Cho hai dao động điều hòa cùng phương:

$$\begin{cases} x_1 = 2\sqrt{3} \cdot \sin\left(10\pi t + \frac{5\pi}{6}\right) \text{ (cm)} \\ x_2 = -\sqrt{3} \cdot \cos 10\pi t \text{ (cm)} \end{cases}$$

Phương trình dao động tổng hợp của hai dao động tổng hợp là

A. $x = 2\cos 10\pi t \text{ (cm)}$

B. $x = 3\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$

C. $x = 3\cos 10\pi t \text{ (cm)}$

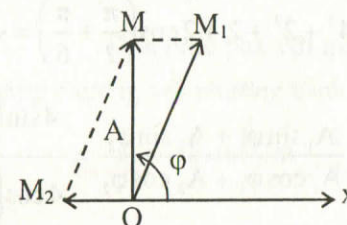
D. $x = 2\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$

Giải

- Đầu tiên ta viết lại :

$$\begin{cases} x_1 = 2\sqrt{3} \cos\left(10\pi t + \frac{5\pi}{6} - \frac{\pi}{2}\right) = 2\sqrt{3} \cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ (cm)} \\ x_2 = \sqrt{3} \cos(10\pi t + \pi) \text{ (cm)} \end{cases}$$

- Giảm đồ vectơ:



- Phương trình dao động tổng hợp: $x = x_1 + x_2 = A \cos(10\pi t + \varphi)$

$$\text{với } A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

$$= \sqrt{(2\sqrt{3})^2 + (\sqrt{3})^2 + 2 \cdot 2\sqrt{3} \cdot \sqrt{3} \cos\left(\pi - \frac{\pi}{3}\right)} = 3 \text{ (cm)}$$

$$\text{và } \tan \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2} = \frac{2\sqrt{3} \sin \frac{\pi}{3} + \sqrt{3} \sin \pi}{2\sqrt{3} \cos \frac{\pi}{3} + \sqrt{3} \cos \pi} = \frac{3 - \sqrt{3}}{0} = +\infty$$

$$\rightarrow \varphi = +\frac{\pi}{2}.$$

$$\text{Vậy: } x = 3\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$$

Chọn đáp án B.

Ví dụ 4. Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương:

$$\begin{cases} x_1 = 4\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ (cm)} \\ x_2 = 2\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)} \end{cases}$$

Vận tốc của vật lúc $t = \frac{1}{2}\text{s}$ là

A. $v = -54,4 \text{ cm/s}$

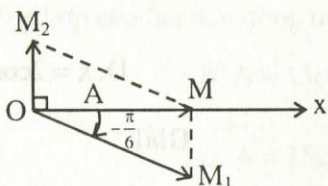
B. $v = 62,7 \text{ cm/s}$

C. $v = 13,5 \text{ cm/s}$

D. $v = +54,4 \text{ cm/s}$

Giải

- Giản đồ vectơ:



- Phương trình dao động của vật: $x = x_1 + x_2 = A\cos(5\pi t + \varphi)$

$$\text{với } A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

$$= \sqrt{4^2 + 2^2 + 2 \cdot 4 \cdot 2 \cos\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{6}\right)} = \sqrt{12} = 2\sqrt{3} \text{ (cm)}$$

$$\text{và } \tan \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2} = \frac{4 \sin\left(-\frac{\pi}{6}\right) + 2 \sin \frac{\pi}{2}}{4 \cos\left(-\frac{\pi}{6}\right) + 2 \cos \frac{\pi}{2}} = 0.$$

Kết hợp với giản đồ ta có: $\varphi = 0$.

$$\text{Vậy: } x = 2\sqrt{3} \cos 5\pi t \text{ (cm)}$$

- Vận tốc: $v = x' = -10\sqrt{3}\pi \sin 5\pi t \text{ (cm/s)}$

$$\text{Lúc } t = \frac{1}{2}\text{s: } v = -10\sqrt{3}\pi \sin \frac{5\pi}{2} = -10\sqrt{3}\pi \approx -54,4 \text{ (cm/s).}$$

Chọn đáp án A.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

- 10.1. Vào lúc t vectơ quay $\overline{OM}$ biểu diễn cho dao động điều hòa $x = A\cos(\omega t + \varphi)$
- nằm trùng với trục ox .
 - hợp với trục ox một góc bằng pha ban đầu của dao động.
 - hợp với trục ox một góc bằng pha của dao động vào lúc đó.
 - hợp với trục ox một góc tùy ý.
- 10.2. Vectơ quay $\overline{OM}$ biểu diễn cho dao động điều hòa có phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ vào lúc t thì li độ x vào lúc đó là
- độ dài của vectơ $\overline{OM}$.
 - độ dài của hình chiếu của $\overline{OM}$ lên trục oy vuông góc với ox .
 - độ dài của hình chiếu của $\overline{OM}$ lên trục ox .
 - một đại lượng khác với A, B, C.
- 10.3. Gọi $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ là độ lệch pha của hai dao động cùng phương, cùng tần số và biên độ A_1, A_2 thì
- $\Delta\varphi \geq 0$.
 - $\Delta\varphi = 3\pi$ nếu hai dao động cùng pha.
 - biên độ dao động tổng hợp là A với: $|A_1 - A_2| < A < A_1 + A_2$, nếu độ lệch pha bất kì (tức hai dao động không cùng pha hoặc ngược pha).
 - cả A, B, C đều đúng.
- 10.4. Trong dao động điều hòa, vận tốc
- trễ pha hơn gia tốc góc $\frac{\pi}{2}$.
 - sớm pha hơn gia tốc góc $\frac{\pi}{2}$.
 - cùng pha với gia tốc.
 - ngược pha với gia tốc.
- 10.5. Cho hai dao động điều hòa cùng phương với phương trình dao động:
- $$x_1 = 3\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm);} \quad x_2 = -5\sin\left(2\pi t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$$
- đó là hai dao động
- lệch pha góc $\frac{\pi}{2}$.
 - cùng pha.
 - ngược pha.
 - lệch pha $\frac{\pi}{4}$.
- 10.6. Cho hai dao động điều hòa cùng phương:
- $$x_1 = 2\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ (cm);} \quad x_2 = 3\sin\left(100\pi t + \frac{2\pi}{3}\right) \text{ (cm)}$$
- Biên độ dao động tổng hợp của hai dao động trên là
- $A = \sqrt{13} \text{ (cm)}$
 - $A = 1 \text{ (cm)}$
 - $A = 5 \text{ (cm)}$
 - $A = \sqrt{7} \text{ (cm)}$

10.7. Hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số có biên độ dao động là A_1 và A_2 . Biên độ dao động tổng hợp của hai dao động nói trên là $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2}$ khi hai dao động ấy

- A. cùng pha
C. lệch pha góc $\frac{\pi}{4}$
B. ngược pha
D. lệch pha góc $\frac{\pi}{2}$.

10.8. Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương, cùng chu kỳ $T = 0,628s$. Dao động thứ nhất có biên độ $A_1 = 3cm$, pha ban đầu $\varphi_1 = \frac{\pi}{6}$;

dao động thứ hai có biên độ $A_2 = 4cm$, pha ban đầu $\varphi_2 = \frac{2\pi}{3}$, vận tốc dao động cực đại của vật là

- A. $v_{\max} = 0,5 \text{ m/s}$ B. $v_{\max} = 50 \text{ m/s}$ C. $v_{\max} = 0,7 \text{ m/s}$ D. $v_{\max} = 0,1 \text{ m/s}$.

10.9. Cho hai dao động điều hòa cùng phương, cùng chu kỳ $T = 0,02s$ với các biên độ $A_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ cm}$, $A_2 = \sqrt{3} \text{ cm}$ và các pha ban đầu tương ứng $\varphi_1 = \frac{\pi}{2}$, $\varphi_2 = \frac{5\pi}{6}$. Phương trình dao động tổng hợp của hai dao động là

- A. $x = 2,3\cos(100\pi t + 0,73\pi) \text{ (cm)}$ B. $x = 2,3\cos(100\pi t - 0,27\pi) \text{ (cm)}$
C. $x = 4,6\cos(100\pi t + 0,73\pi) \text{ (cm)}$ D. $x = 4,6\cos(100\pi t - 0,27\pi) \text{ (cm)}$.

10.10. Cho hai dao động điều hòa cùng phương, cùng chu kỳ trong đó dao động thứ nhất là $x_1 = \sqrt{3}\sin 10\pi t \text{ (cm)}$ và phương trình dao động thứ hai là x_2 . Phương trình dao động tổng hợp của hai dao động nói trên là

$$x = 2\sqrt{3}\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ (cm)}$$

Phương trình dao động thứ hai là

- A. $x_2 = \sqrt{3}\cos 10\pi t \text{ (cm)}$ B. $x_2 = 3\cos 10\pi t \text{ (cm)}$
C. $x_2 = \sqrt{3}\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ (cm)}$ D. $x_2 = 3\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ (cm)}$.

10.11. Một vật thực hiện đồng thời ba dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số với các biên độ và pha ban đầu lần lượt:

$$A_1 = 6cm; \varphi_1 = 0$$

$$A_2 = 12cm; \varphi_2 = -\frac{\pi}{2}$$

$$A_3 = 4cm; \varphi_3 = \frac{\pi}{3}$$

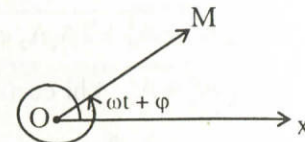
Biên độ và pha ban đầu của dao động tổng hợp là

- A. $A = 7,2cm$ và $\varphi = 0,925 \text{ rad}$ B. $A = 10cm$ và $\varphi = 0,645 \text{ rad}$
C. $A = 10cm$ và $\varphi = 0,925 \text{ rad}$ D. $A = 7,2cm$ và $\varphi = 0,645 \text{ rad}$.

HƯỚNG DẪN GIẢI

10.1. Đáp án C.

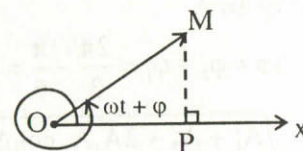
Vào lúc t vectơ quay $\overline{OM}$ biểu diễn cho dao động điều hòa $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ hợp với trục ox một góc bằng pha của dao động vào lúc đó (tức bằng $\omega t + \varphi$).



10.2. Đáp án D.

Li độ x của dao động điều hòa vào lúc t là độ dài đại số của hình chiếu của vectơ quay $\overline{OM}$ vào lúc đó lên trục ox :

$$x = ch_x \overline{OM} = \overline{OP}$$



10.3. Đáp án C.

A. Sai vì φ_2 có thể lớn, nhỏ hoặc bằng φ_1 nên $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ có thể dương, âm hoặc bằng 0.

B. Sai vì $\Delta\varphi = 3\pi = (2n+1)\pi$ với $n = 1$ nếu hai dao động đó ngược pha.

C. Đúng vì $\Delta\varphi$ bất kỳ tức $\Delta\varphi \neq 2n\pi$ và $\Delta\varphi \neq (2n+1)\pi$ nên $-1 < \cos\Delta\varphi < 1$:

$$A_1^2 + A_2^2 - 2A_1A_2 < A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos\Delta\varphi < A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2$$

$$(A_1 - A_2)^2 < A < (A_1 + A_2)^2$$

$$|A_1 - A_2| < A < A_1 + A_2.$$

10.4. Đáp án A

Cho $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ thì $v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi) = \omega A\cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$

Và $a = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi) = \omega^2 A\cos(\omega t + \varphi + \pi)$

Vậy: v trễ pha hơn a góc $\frac{\pi}{2}$.

10.5. Đáp án B

x_2 được viết lại:

$$\begin{aligned} x_2 &= -5\sin\left(2\pi t - \frac{\pi}{4}\right) = 5\sin\left(2\pi t - \frac{\pi}{4} + \pi\right) = 5\sin\left(2\pi t + \frac{3\pi}{4}\right) \\ &= 5\cos\left(2\pi t + \frac{3\pi}{4} - \frac{\pi}{2}\right) = 5\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{4}\right). \end{aligned}$$

Hai dao động x_1 và x_2 lệch pha nhau: $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = 0$: hai dao động cùng pha.

10.6. Đáp án C

$$x_2 \text{ được viết lại: } x_2 = 3 \cos \left(100\pi t + \frac{2\pi}{3} - \frac{\pi}{2} \right) = 3 \cos \left(100\pi t + \frac{\pi}{6} \right) \text{ (cm).}$$

x_1 và x_2 là hai dao động cùng pha nên: $A = A_1 + A_2 = 5$ (cm).

10.7. Đáp án D

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} \text{ khi } \cos(\varphi_2 - \varphi_1) = 0$$

$$\rightarrow \varphi_2 - \varphi_1 = \pm \frac{\pi}{2} : \text{ Hai dao động lệch pha góc } \frac{\pi}{2}.$$

10.8. Đáp án A

$$\text{Có } \Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{2\pi}{3} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{2} \rightarrow \cos\Delta\varphi = 0$$

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos\Delta\varphi} = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ (cm)}$$

$$\text{Và } \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,628} = 10 \text{ (rad/s)}$$

$$v_{\max} = \omega A = 10 \cdot 5 = 50 \text{ (cm/s)} = 0,5 \text{ (m/s).}$$

10.9. Đáp án A

• Giải đồ vectơ:

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)} = \sqrt{\frac{3}{4} + 3 + 2 \cdot \frac{2}{3} \cdot \cos\left(\frac{5\pi}{6} - \frac{\pi}{2}\right)} = \frac{\sqrt{12}}{2} \approx 2,3 \text{ (cm)}$$

$$\begin{aligned} \tan\varphi &= \frac{A_1 \sin\varphi_1 + A_2 \sin\varphi_2}{A_1 \cos\varphi_1 + A_2 \cos\varphi_2} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} \sin\frac{\pi}{2} + \sqrt{3} \sin\frac{5\pi}{6}}{\frac{\sqrt{3}}{2} \cos\frac{\pi}{2} + \sqrt{3} \cos\frac{5\pi}{6}} \\ &= -\frac{2\sqrt{3}}{3} = -1,555 \rightarrow \varphi = 0,73\pi \text{ (rad)} \end{aligned}$$

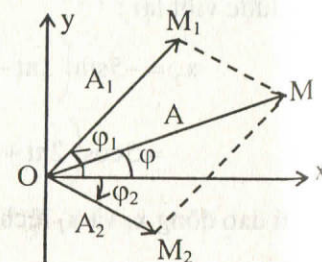
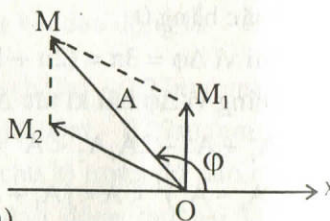
$$\text{Vậy: } x = 2,3 \cos(100\pi t + 0,73\pi) \text{ (cm)}$$

10.10. Đáp án B

$$\text{Ta có: } x_1 = \sqrt{3} \sin 10\pi t = \sqrt{3} \cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$$

Gọi $\overrightarrow{OM_1}$, $\overrightarrow{OM_2}$, $\overrightarrow{OM}$ lần lượt là các vectơ quay biểu diễn cho x_1 , x_2 và x .

$$\text{Ta có: } \overrightarrow{OM} = \overrightarrow{OM_1} + \overrightarrow{OM_2}$$



• Chiếu xuống trục $Oy \perp Ox$ ta được: $OM \sin\varphi = OM_1 \sin\varphi_1 + OM_2 \sin\varphi_2$

$$\text{hay } A \sin\varphi = A_1 \sin\varphi_1 + A_2 \sin\varphi_2$$

$$\begin{aligned} \rightarrow A_2 \sin\varphi_2 &= A \sin\varphi - A_1 \sin\varphi_1 = 2\sqrt{3} \sin\left(-\frac{\pi}{6}\right) - \sqrt{3} \sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) \\ &= 2\sqrt{3} \left(-\frac{1}{2}\right) - \sqrt{3}(-1) = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

• Chiếu xuống trục Ox : $OM \cos\varphi = OM_1 \cos\varphi_1 + OM_2 \cos\varphi_2$

$$\text{hay } A \cos\varphi = A_1 \cos\varphi_1 + A_2 \cos\varphi_2$$

$$\begin{aligned} \rightarrow A_2 \cos\varphi_2 &= A \cos\varphi - A_1 \cos\varphi_1 = 2\sqrt{3} \cos\left(-\frac{\pi}{6}\right) - \sqrt{3} \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) \\ &= 2\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - \sqrt{3} \cdot 0 = 3 \end{aligned} \quad (2)$$

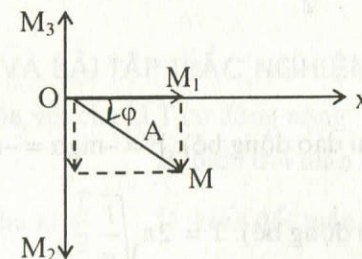
• (1) và (2) cho: $A^2 (\sin^2\varphi_1 + \cos^2\varphi_2) = 3^2 \rightarrow A_2 = 3$ (cm)

$$\begin{aligned} \text{và } (1) \rightarrow \sin\varphi_2 &= 0 \\ (2) \rightarrow \cos\varphi_2 &> 0 \end{aligned} \rightarrow \varphi_2 = 0$$

$$\text{Vậy: } x_2 = 3 \cos 10\pi t \text{ (cm)}$$

10.11. Đáp án C

• Vectơ quay biểu diễn các dao động như sau:



• Vectơ quay $\overrightarrow{OM} = \overrightarrow{OM_1} + \overrightarrow{OM_2} + \overrightarrow{OM_3}$ biểu diễn dao động tổng hợp có:

$$\begin{aligned} A = OM &= \sqrt{OM_1^2 + (OM_2 - OM_3)^2} = \sqrt{A_1^2 + (A_2 - A_3)^2} \\ &= \sqrt{6^2 + (12 - 4)^2} = 10 \text{ (cm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Và } \tan\varphi &= \frac{MM_1}{OM_1} = \frac{A_2 - A_3}{A_1} = \frac{12 - 4}{6} = \frac{4}{3} \\ \varphi &\approx 0,925 \text{ rad.} \end{aligned}$$

Bài 11. TỔNG KẾT CHƯƠNG II: DAO ĐỘNG CƠ

TÓM TẮT

1. Dao động điều hòa:

- Dao động điều hòa là dao động trong đó li độ của vật là một hàm $\cos$ (hay $\sin$) của thời gian: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$
- Chu kỳ T là khoảng thời gian để vật thực hiện một dao động toàn phần.
- Tần số f là số dao động toàn phần thực hiện được trong 1 giây: $f = \frac{1}{T}$.
- Tần số góc ω được tính bởi: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$
- Vận tốc: $v = x' = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$
 $v_{\max} = \omega A$
- Gia tốc: $a = v' = x'' = -\omega^2 A\sin(\omega t + \varphi)$

2. Con lắc lò xo:

- Lực kéo về: $F = -kx$
- Chu kỳ dao động: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
- Động năng: $W_d = \frac{1}{2}mv^2$
- Thế năng: $W_t = \frac{1}{2}kx^2$
- Cơ năng: $W = W_d + W_t = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$
 $= \text{hằng số}$

3. Con lắc đơn:

- Lực kéo về (khi dao động bé): $F = -mg\alpha = -mg\frac{S}{l}$
- Chu kỳ (khi dao động bé): $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$
- Động năng: $W_d = \frac{1}{2}mv^2$
- Thế năng (mốc thế năng là vị trí cân bằng): $W_t = mgl(1 - \cos\alpha)$
Khi dao động bé: $W_t = \frac{1}{2}mgl\alpha^2$
- Cơ năng: $W = W_d + W_t = \text{hằng số}$
Khi dao động bé: $W = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 S_0^2$
- Vận tốc con lắc đơn: $v = \sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)}$
- Sức căng dây: $T = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$

4. Dao động tắt dần – Dao động cưỡng bức.

- Dao động tắt dần là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian.
- Dao động duy trì bằng cách giữ cho biên độ không đổi mà không làm thay đổi chu kỳ dao động gọi là dao động duy trì.
- Dao động chịu tác dụng của một ngoại lực cưỡng bức tuần hoàn gọi là dao động cưỡng bức. Dao động cưỡng bức có biên độ không đổi và tần số bằng tần số của lực cưỡng bức.
- Hiện tượng biên độ dao động cưỡng bức tăng đến giá trị cực đại khi tần số của lực cưỡng bức bằng tần số riêng f_0 của hệ dao động gọi là hiện tượng cộng hưởng.

Điều kiện cộng hưởng: $f = f_0$.

5. Tổng hợp hai dao động điều hòa cùng phương cùng tần số:

$$x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1)$$

$$x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi)$$

$$\text{Dao động tổng hợp: } x = x_1 + x_2 = A\cos(\omega t + \varphi)$$

$$\text{Với } \begin{cases} A = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2(\cos\varphi_2 - \varphi_1) \\ \tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2} \end{cases}$$

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

11.1. Một vật dao động điều hòa với chu kỳ T có động năng

- không đổi
- biến đổi tuần hoàn với chu kỳ T
- biến đổi tuần hoàn với chu kỳ $\frac{T}{2}$
- biến đổi tuần hoàn với chu kỳ $2T$

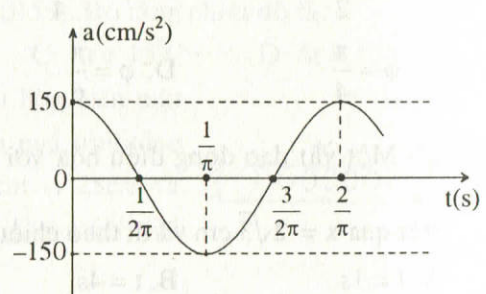
11.2. Có hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số với các biên độ A_1, A_2 . Biên độ dao động A của dao động tổng hợp của hai dao động trên thỏa mãn hệ thức

- $0 < A < A_1 + A_2$
- $0 < A < |A_1 - A_2|$
- $|A_1 - A_2| < A < A_1 + A_2$
- $|A_1 - A_2| \leq A \leq A_1 + A_2$

11.3. Một con lắc lò xo gồm lò xo có độ cứng $K = 32 \text{ N/m}$ và vật nặng $m = 200 \text{ g}$ được treo ở đầu toa tàu. Con lắc này bị kích động mỗi khi bánh của toa tàu gặp chỗ nối hai đường ray. Biết khoảng cách hai chỗ nối liên tiếp là $12,5 \text{ m}$. Lấy $\pi^2 \approx 10$. Con lắc dao động mạnh nhất khi vận tốc toa tàu là:

- $v = 15 \text{ m/s}$
- $v = 12 \text{ m/s}$
- $v = 20 \text{ m/s}$
- $v = 25 \text{ m/s}$

- 11.4. Một con lắc đơn có vật nặng khối lượng $m = 100\text{g}$ dao động bé với tần số $\omega = 5\text{ rad/s}$. Khi con lắc qua li độ $s = 2\text{cm}$ thì lực kéo về
- A. $F = -0,05\text{N}$ B. $F = -0,1\text{N}$ C. $F = -0,02\text{N}$ D. $F = -0,8\text{N}$
- 11.5. Một vật dao động điều hòa đang chuyển động về vị trí cân bằng, đó là chuyển động
- A. thẳng đều B. nhanh dần C. chậm dần D. biến đổi đều
- 11.6. Chọn câu sai
- A. Tần số riêng của dao động là tần số dao động khi không có ma sát.
- B. Nguyên nhân của dao động tắt dần là do lực ma sát và lực cản của môi trường.
- C. Dao động duy trì có chu kỳ bằng chu kỳ của ngoại lực.
- D. Dao động cưỡng bức có biên độ không đổi và có tần số của lực cưỡng bức.
- 11.7. Một vật dao động điều hòa với phương trình: $x = A \cos\left(2\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)$ lúc $t = 1\text{s}$ thì vật
- A. đi theo chiều âm và chậm dần B. đi theo chiều dương và chậm dần
- C. đi theo chiều âm và nhanh dần D. đi theo chiều dương và nhanh dần
- 11.8. Một vật dao động điều hòa với chu kỳ T , biên độ A . Vận tốc trung bình của vật trong một chu kỳ là:
- A. $v_{tb} = \frac{4A}{T}$ B. $v_{tb} = \frac{2A}{T}$ C. $v_{tb} = 0$ D. $v_{tb} = \frac{A}{T}$
- 11.9. Con lắc lò xo có độ cứng $K = 50\text{N/m}$, vật nặng $m = 200\text{g}$ dao động điều hòa. Lấy $\pi^2 = 10$. Lúc $t = 0$ vật qua vị trí cân bằng theo chiều dương và sau đó $0,1\text{s}$ vật đi được 2cm . Lúc $t = \frac{4}{15}\text{s}$ vật qua li độ
- A. $x = 1\text{cm}$ B. $x = -\sqrt{3}\text{cm}$ C. $x = +0,5\text{cm}$ D. $x = -\frac{\sqrt{3}}{2}\text{cm}$
- 11.10. Trong cùng khoảng thời gian con lắc này thực hiện được 16 chu kỳ thì con lắc kia thực hiện được 20 chu kỳ. Chiều dài hai con lắc hơn kém nhau $4,5\text{cm}$. Chiều dài hai con lắc là:
- A. $l_1 = 12,5\text{cm}$; $l_2 = 8\text{cm}$ B. $l_1 = 14\text{cm}$; $l_2 = 9,5\text{cm}$
- C. $l_1 = 9,6\text{cm}$; $l_2 = 5,1\text{cm}$ D. $l_1 = 24,2\text{cm}$; $l_2 = 19,7\text{cm}$
- 11.11. Dao động không tắt dưới tác dụng của một ngoại lực tuần hoàn, đó là dao động
- A. tắt dần B. tự do C. duy trì D. cưỡng bức

- 11.12. Hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số với biên độ và pha ban đầu lần lượt là: $A_1 = 3\text{cm}$, $A_2 = 5\text{cm}$ và $\varphi_1 = \frac{5\pi}{7}$, $\varphi_2 = -\frac{2\pi}{7}$.
- Biên độ dao động tổng hợp của hai dao động nói trên là:
- A. $A = 8\text{cm}$ B. $A = 4\text{cm}$ C. $A = 2\text{cm}$ D. $A = 1\text{cm}$
- 11.13. Chọn câu đúng khi nói về dao động điều hòa
- A. Biên độ dao động là độ lệch của vật ra khỏi vị trí cân bằng.
- B. Khoảng thời gian ngắn nhất để vật trở lại vị trí cũ là chu kỳ T .
- C. Dao động điều hòa là dao động trong đó li độ của vật là một hàm lượng giác của thời gian.
- D. Với một biên độ đã cho thì pha ban đầu xác định vị trí và chiều chuyển động của vật lúc ban đầu.
- 11.14. Tại cùng một vị trí chu kỳ dao động của hai con lắc đơn ứng với hai chiều dài l_1 và l_2 là $1,2\text{s}$ và $1,6\text{s}$. Chu kỳ dao động của con lắc đơn có chiều dài $l_1 + l_2$ (ở cùng vị trí) là
- A. $T = 1,8\text{s}$ B. $T = 2,0\text{s}$ C. $T = 2,4\text{s}$ D. $T = 2,8\text{s}$
- 11.15. Đồ thị gia tốc a theo thời gian t của một vật dao động điều hòa như hình vẽ. Lấy $\pi^2 = 10$. Phương trình chuyển động của vật là
- 
- A. $x = 150\cos(\pi t + \pi)$ (cm)
- B. $x = 150\cos 10t$ (cm)
- C. $x = 1,5\cos(10t + \pi)$ (cm)
- D. $x = 1,5\cos 10t$ (cm)
- 11.16. Một con lắc lò xo có chiều dài tự nhiên 20cm đang nằm yên trên trục nằm ngang. Đưa vật ra khỏi vị trí cân bằng $2\sqrt{2}\text{cm}$ rồi thả nhẹ cho dao động điều hòa. Động năng bằng thế năng khi lò xo dài
- A. $l = 18\text{cm}$ B. $l = 19\text{cm}$ C. $l = 20\text{cm}$ D. $l = 21\text{cm}$
- 11.17. Một con lắc đơn có chiều dài l , dao động điều hòa với biên độ góc α_0 nơi gia tốc trọng trường là g . Vận tốc con lắc lúc qua vị trí cân bằng là
- A. $v = l \cdot \alpha_0$ B. $v = gl \alpha_0^2$ C. $v = \sqrt{gl} \cdot \alpha_0$ D. $v = \sqrt{\frac{g}{l}} \cdot \alpha_0$
- 11.18. Có hai dao động điều hòa cùng phương với các phương trình:
- $x_1 = 2\sqrt{2} \cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (cm) $x_2 = -2 \sin\left(5\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm)
- Phương trình dao động tổng hợp của hai dao động nói trên là:

- A. $x = 4\cos(5\pi t)$ (cm) B. $x = 2\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm)
 C. $x = 4\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm) D. $x = 2\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm)

11.19. Bộ phận giảm xóc của ô tô là ứng dụng của

- A. dao động tắt dần B. dao động duy trì
 C. dao động cưỡng bức D. hiện tượng cộng hưởng

11.20. Treo quả cầu vào lò xo thẳng đứng thì lò xo giãn ra 4cm. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$ và $\pi^2 = 10$. Đưa quả cầu ra khỏi vị trí cân bằng rồi thả cho nó dao động điều hòa. Chu kỳ dao động là:

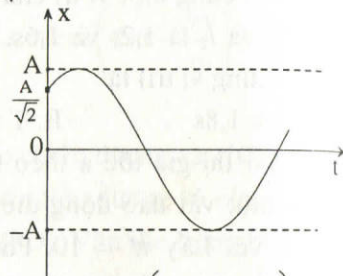
- A. $T = 0,4\text{s}$ B. $T = 1,0\text{s}$ C. $T = 2,0\text{s}$ D. $T = 0,5\text{s}$

11.21. Đồ thị li độ $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ theo t của một

vật dao động điều hòa như hình vẽ:

Giá trị của φ là

- A. $\varphi = \frac{\pi}{2}$ B. $\varphi = -\frac{\pi}{4}$
 C. $\varphi = \frac{\pi}{4}$ D. $\varphi = \frac{\pi}{6}$



11.22. Một vật dao động điều hòa với phương trình: $x = 4\cos\left(0,4\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (cm).

Vật qua $x = 2\sqrt{3}$ cm và đi theo chiều dương lúc:

- A. $t = 1\text{s}$ B. $t = 4\text{s}$ C. $t = 3\text{s}$ D. $t = 5\text{s}$

11.23. Một con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ góc $\alpha_0 = 5^\circ$, chu kỳ $T = 2\text{s}$ tại nơi có $g = 9,8\text{m/s}^2$. Vật chuyển động trên cung tròn $\widehat{MN}$ có chiều dài là:

- A. $\widehat{MN} = 9,8\text{cm}$ B. $\widehat{MN} = 8,7\text{cm}$
 C. $\widehat{MN} = 17,4\text{cm}$ D. $\widehat{MN} = 5,8\text{cm}$

11.24. Một con lắc lò xo gồm lò xo có độ cứng k và vật nặng $m = 60\text{g}$. Động năng của con lắc biến thiên tuần hoàn với tần số 10 Hz. Lấy $\pi^2 = 10$. Độ cứng lò xo

- A. $K = 60\text{N/m}$ B. $K = 50\text{N/m}$ C. $K = 100\text{N/m}$ D. $K = 20\text{N/m}$

11.25. Một con lắc đơn dài 1m treo vào trần toa tàu lửa đang chạy đều. Con lắc bị kích động mỗi khi bánh của toa tàu gặp chỗ nối của hai thanh ray. Biết mỗi thanh ray dài 12,5m. Lấy $g = 9,8\text{m/s}^2$. Con lắc sẽ dao động với biên độ lớn nhất khi tàu chạy với tốc độ

- A. $v = 6,23\text{km/h}$ B. $v = 22,43\text{km/h}$ C. $v = 8,36\text{km/h}$ D. $v = 16,45\text{km/h}$

11.26. Hai dao động đều hòa cùng phương, cùng tần số có các biên độ $A_1 = 2\text{cm}$, $A_1 = 3\text{cm}$. Biên độ dao động tổng hợp là $\sqrt{7}$ cm. Hai dao động lệch pha nhau

- A. $\Delta\varphi = \frac{\pi}{3}$ B. $\Delta\varphi = \frac{7\pi}{6}$ C. $\Delta\varphi = \frac{3\pi}{4}$ D. $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{3}$

11.27. Một vật dao động đều hòa trên trục $x'Ox$ với phương trình:

$$x = 10\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$$

Thời điểm vật qua vị trí $x = +5\text{cm}$ và đi ra xa vị trí cân bằng O lần đầu tiên kể từ $t = 0$ là:

- A. $t = \frac{11}{6}\text{s}$ B. $t = \frac{7}{6}\text{s}$ C. $t = \frac{5}{3}\text{s}$ D. $t = \frac{1}{4}\text{s}$

11.28. Cứ mỗi phút vật dao động đều hòa thực hiện được 50 dao động. Lúc $t = 2\text{s}$ vật qua li độ $x_1 = 3\text{cm}$ và hướng về vị trí cân bằng O thì lúc $t_2 = 3,6\text{s}$ vật

- A. qua $x_2 = 3\text{cm}$ và hướng ra xa O B. qua $x_2 = -3\text{cm}$ và hướng ra xa O
 C. qua $x_2 = -3\text{cm}$ và hướng về O D. qua $x_2 = 3\text{cm}$ và hướng về O

11.29. Hệ số dẫn nở của dây treo con lắc là $1,5 \cdot 10^{-5}\text{K}^{-1}$. Do nhiệt độ tăng nên chu kỳ dao động con lắc đã tăng lên 0,015%. Độ tăng nhiệt độ là:

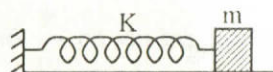
- A. $\Delta t = 20^\circ\text{C}$ B. $\Delta t = 8^\circ\text{C}$ C. $\Delta t = 15^\circ\text{C}$ D. $\Delta t = 10^\circ\text{C}$

11.30. Một con lắc lò xo dao động điều hòa trên mặt

phẳng nằm ngang như hình vẽ. Trong quá trình dao động, chiều dài lò xo thay đổi từ 20cm $\rightarrow$ 28cm và

lực kéo về có độ lớn cực đại là: $F_{\max} = 1,6\text{N}$. Độ cứng của lò xo là:

- A. $K = 25\text{N/m}$ B. $K = 30\text{N/m}$ C. $K = 40\text{N/m}$ D. $K = 100\text{N/m}$



11.31. Một vật dao động đều hòa với chu kỳ 2s, biên độ 4cm. Vận tốc trung bình của vật đó chuyển động từ li độ cực tiểu đến li độ cực đại là:

- A. $v_{tb} = 2\text{cm/s}$ B. $v_{tb} = 8\text{cm/s}$ C. $v_{tb} = 0$ D. $v_{tb} = 4\text{cm/s}$

11.32. Một con lắc lò xo dao động đều hòa với phương trình $x = 4\cos\left(3t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm)

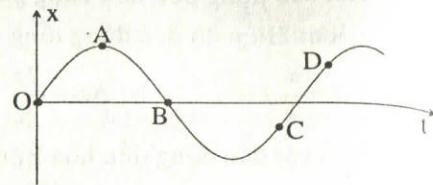
Cơ năng dao động là $7,2 \cdot 10^{-3}\text{J}$. Lúc bắt đầu dao động ($t = 0$) thế năng của vật là:

- A. $w_t = 0$ B. $w_t = 3,6 \cdot 10^{-3}\text{J}$ C. $w_t = 5,4 \cdot 10^{-3}\text{J}$ D. $w_t = 7,2 \cdot 10^{-3}\text{J}$

11.33. Đưa một chiếc đồng hồ quả lắc lên Mặt Trăng thì kim phút quay một vòng bao lâu (so với thời gian tại Mặt Đất)? Biết gia tốc trọng trường tại Mặt Đất lớn gấp 6 lần tại Mặt Trăng. Cho rằng chiều dài quả lắc không thay đổi.

- A. $\Delta t = 1\text{h } 30\text{ph}$ B. $\Delta t = 1\text{h } 50\text{ph}$ C. $\Delta t = 2\text{h } 10\text{ph}$ D. $\Delta t = 2\text{h } 27\text{ph}$

11.34. Đồ thị li độ x theo t của vật dao động đều hòa cho như hình vẽ. Điểm trên hình vẽ ứng với vật có vectơ vận tốc và gia tốc cùng chiều là:



- A. điểm A B. điểm B
C. điểm C D. điểm D

11.35. Một con lắc dao động trong không khí, cứ mỗi dao động toàn phần biên độ giảm đi 3% ứng với năng lượng giảm đi

- A. 6% B. 9% C. 3% D. 5%

11.36. Hai dao động đều hòa cùng phương có các phương trình:

$$x_1 = -6\sin 3\pi t \text{ (cm)} \quad x_2 = 2\cos\left(3\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$$

Phương trình dao động tổng hợp của hai dao động nói trên là:

- A. $x = 2\sqrt{10} \cos\left(3\pi t - \frac{\pi}{3}\right) \text{ (cm)}$ B. $x = 4 \cos\left(3\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$
C. $x = 2\sqrt{10} \cos\left(3\pi t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$ D. $x = 4 \cos\left(3\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$

11.37. Một vật dao động đều hòa với biên độ $2\sqrt{2}$ cm lúc $t = 0$ vật qua li độ $x = +2$ cm và đi theo chiều dương thì sau thời gian $\frac{3}{8}$ chu kỳ vật đi được quãng đường

- A. $S = 4\sqrt{2} + 2 \text{ (cm)}$ B. $S = 2\sqrt{2} - 4 \text{ (cm)}$
C. $S = 2\sqrt{2} + 4 \text{ (cm)}$ D. $S = 4\sqrt{2} - 2 \text{ (cm)}$

11.38. Một con lắc lò xo có khối lượng vật nặng là 400g đang nằm yên trên trục nằm ngang. Đưa vật ra khỏi vị trí cân bằng 1cm rồi truyền cho nó vận tốc 25cm/s theo phương của trục thì nó dao động đều hòa với cơ năng 25mJ. Biên độ dao động của vật là:

- A. $A = \sqrt{2}$ cm B. $A = \sqrt{3}$ cm C. $A = 2$ cm D. $A = 4$ cm

11.39. Một con lắc đơn dao động bé với chu kỳ T_0 . Khi con lắc này dao động trong thang máy đang đi lên nhanh dần đều thì chu kỳ dao động là:

$$T = \frac{2}{\sqrt{5}} T_0. \text{ Lấy } g = 9,8 \text{ m/s}^2. \text{ Gia tốc } a \text{ của thang máy là:}$$

- A. $a = 4,90 \text{ m/s}^2$ B. $a = 2,45 \text{ m/s}^2$ C. $a = 3,50 \text{ m/s}^2$ D. $a = 1,65 \text{ m/s}^2$

11.40. Biên độ dao động cưỡng bức đạt giá trị cực đại khi

- A. năng lượng tiêu hao do ma sát không đáng kể.
B. năng lượng tiêu hao do ma sát rất nhỏ so với năng lượng cung cấp cho hệ.

- C. tốc độ tiêu hao năng lượng do ma sát bằng tốc độ cung cấp năng lượng cho hệ.
D. tốc độ tiêu hao năng lượng do ma sát bằng $\sqrt{2}$ lần tốc độ cung cấp năng lượng cho hệ.

11.41. Một vật thực hiện đồng thời hai dao động đều hòa cùng phương với các phương trình:

$$x_1 = A_1 \cos\left(20t - \frac{\pi}{3}\right) \text{ (cm)} \quad x_2 = 3 \cos\left(20t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ (cm)}$$

Vận tốc cực đại của vật là 140cm/s. Biên độ A_1 của dao động x_1 là:

- A. $A_1 = 4$ cm B. $A_1 = 5$ cm C. $A_1 = 8$ cm D. $A_1 = 10$ cm

11.42. Một vật khối lượng $m = 1$ kg dao động đều hòa thẳng với chu kỳ $T = 2$ s, nó đi qua vị trí cân bằng với vận tốc $v_0 = 31,4 \approx 10\pi$ (cm/s). Chọn $t = 0$ là lúc vật qua vị trí cân bằng theo chiều dương. Vận tốc của vật lúc $t = \frac{1}{3}$ s là:

- A. $v = 15,70$ cm/s B. $v = 12,58$ cm/s C. $v = 9,42$ cm/s D. $v = 10,25$ cm/s

11.43. Chọn câu đúng

- A. Một con lắc lò xo có độ cứng K , khối lượng vật nặng là m thì đơn vị của $\sqrt{\frac{K}{m}}$ là giây.

- B. Cơ năng của con lắc tỉ lệ với biên độ dao động.

- C. Trong công thức tính chu kỳ của con lắc lò xo tỉ số $\frac{k}{m}$ có vai trò giống như $\frac{l}{g}$ của con lắc đơn.

- D. Khi con lắc đơn dao động đều hòa thì lực kéo về có độ lớn tỉ lệ với li độ góc α .

11.44. Một con lắc gồm lò xo có độ cứng $K = 50$ N/m và vật nặng $m = 200$ g dao động đều hòa. Lấy $\pi^2 \approx 10$. Động năng biến đổi với tần số

- A. $f = 2,5$ Hz B. $f = 5$ Hz C. $f = 10$ Hz D. $f = 20$ Hz

11.45. Sau khi thay đổi chiều dài của con lắc đơn thì chu kỳ dao động chỉ còn bằng 90% chu kỳ ban đầu, chiều dài đã

- A. tăng 19% B. giảm 19% C. tăng 81% D. tăng 15%

11.46. Một con lắc đơn dao động bé với chu kỳ bằng 1,5s khi nó dao động trên Mặt Đất. Biết gia tốc trọng trường trên Mặt Trăng nhỏ hơn trên Mặt Đất 5,9 lần và coi chiều dài con lắc không đổi. Đưa con lắc lên Mặt Trăng thì chu kỳ dao động của nó là:

- A. $T = 1$ s B. $T = 2,5$ s C. $T = 4,5$ s D. $T = 3,6$ s

11.47. Có 3 dao động điều hòa cùng phương với các phương trình:

$$x_1 = 2\sqrt{3} \cos 2\pi t \text{ (cm)}$$

$$x_2 = -2 \sin 2\pi t \text{ (cm)}$$

$$x_3 = 4 \cos \left(2\pi t - \frac{\pi}{6} \right) \text{ (cm)}$$

Phương trình dao động tổng hợp là:

A. $x = 4\sqrt{3} \cos 2\pi t \text{ (cm)}$

B. $x = 5 \cos \left(2\pi t + \frac{\pi}{6} \right) \text{ (cm)}$

C. $x = 5\sqrt{2} \cos \left(2\pi t + \frac{\pi}{3} \right) \text{ (cm)}$

D. $x = 8 \cos \left(2\pi t + \frac{\pi}{4} \right) \text{ (cm)}$

11.48. Một vật dao động điều hòa với phương trình: $x = 3 \cos 5t \text{ (cm)}$

Độ lớn vận tốc của vật tại vị trí thế năng bằng 3 lần động năng là:

A. $|v| = 6,4 \text{ m/s}$

B. $|v| = 7,5 \text{ m/s}$

C. $|v| = 4,0 \text{ m/s}$

D. $|v| = 12,8 \text{ m/s}$

11.49. Một con lắc lò xo dao động điều hòa. Cứ sau thời gian $\Delta t = 0,16 \text{ s}$ thì động năng bằng thế năng. Chu kỳ dao động của vật là:

A. $T = 2 \text{ s}$

B. $T = 1 \text{ s}$

C. $T = 0,5 \text{ s}$

D. $T = 0,64 \text{ s}$

11.50. Chọn câu sai:

Cơ năng của con lắc lò xo dao động điều hòa

A. bằng thế năng ở li độ cực đại hoặc cực tiểu.

B. bằng động năng ở vị trí cân bằng.

C. bằng tổng thế năng và động năng.

D. tỉ lệ với bình phương biên độ.

HƯỚNG DẪN GIẢI

11.1. Đáp án C

Cho: $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ với $T = \frac{2\pi}{\omega}$

Thì: $v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$

Động năng: $W_d = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi)$

Áp dụng: $\sin^2 x = \frac{1 - \cos 2x}{2}$ ta được:

$$W_d = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \frac{1 - \cos 2(\omega t + \varphi)}{2} = \frac{1}{4} m \omega^2 A^2 - \frac{1}{4} m \omega^2 A^2 \cos(2\omega t + 2\varphi)$$

Vậy W_d biến đổi hoàn toàn với chu kỳ: $T' = \frac{2\pi}{2\omega} = \frac{T}{2}$

11.2. Đáp án D

Có: $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$

Vì: $-1 \leq \cos(\varphi_2 - \varphi_1) \leq 1$ nên: $\sqrt{A_1^2 + A_2^2 - 2A_1A_2} \leq A \leq \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2}$
 $|A_1 - A_2| \leq A \leq A_1 + A_2$

11.3. Đáp án D

Con lắc dao động mạnh nhất khi nó cộng hưởng: $T = T_0$

$$\frac{L}{v} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}} \rightarrow v = \frac{L}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m}} = \frac{12,5}{2\pi} \sqrt{\frac{32}{0,2}} = 25 \text{ (m/s)}$$

11.4. Đáp án A

Lực kéo về: $F = -mg \frac{S}{l}$ với $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ nên:

$$F = -m \cdot \omega^2 \cdot S = -0,1 \cdot 5^2 \cdot 2 \cdot 10^{-2} = -0,05 \text{ (N)}$$

11.5. Đáp án B

Chuyển động về vị trí cân bằng O là chuyển động nhanh dần.

11.6. Đáp án C

Dao động duy trì có chu kỳ bằng chu kỳ riêng của dao động.

11.7. Đáp án D

Có: $\begin{cases} v = -2\pi A \cdot \sin \left(2\pi t - \frac{5\pi}{6} \right) \\ a = -4\pi^2 A \cdot \cos \left(2\pi t - \frac{5\pi}{6} \right) \end{cases}$ Lúc $t = 1 \text{ s}$ $\begin{cases} v = -2\pi A \sin \frac{7\pi}{6} > 0 \\ a = -4\pi^2 A \cos \frac{7\pi}{6} > 0 \end{cases}$

$$\rightarrow av > 0$$

Vậy lúc $t = 1 \text{ s}$ vật đi theo chiều dương ($v > 0$) và nhanh dần ($av > 0$)

11.8. Đáp án C

Nhắc lại: $v_{tb} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{\Delta t}$

Sau một chu kỳ thì vật trở lại vị trí ban đầu tức $x_2 = x_1$ nên $v_{tb} = 0$.

11.9. Đáp án B

• $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{50}{0,2}} = 5\pi \text{ (rad/s)}$; $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{5\pi} = 0,4 \text{ s} \rightarrow \frac{T}{4} = 0,1 \text{ (s)}$

• Kể từ khi qua vị trí cân bằng, sau thời gian $0,1 \text{ s} = \frac{T}{4}$ vật đi được quãng

đường bằng biên độ A. Vậy $A = 2 \text{ cm}$.

• Lúc $t = 0$, $x = 0$, $v > 0$:

$$\begin{cases} 0 = A \cos \varphi \\ v = -\omega A \sin \varphi > 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = 0 \\ \sin \varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$$

$$\text{Vậy: } x = 2\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\bullet \text{ Lúc } t = \frac{4}{15}\text{s}, x = 2\cos\left(5\pi \frac{4}{15} - \frac{\pi}{2}\right) = 2\cos\frac{5\pi}{6} = -\sqrt{3} \text{ (cm)}$$

11.10. Đáp án A

$$\begin{cases} T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}} \\ T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} \end{cases} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} \rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$$

$$\text{Mà: } 16T_1 = 20T_2 \rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{20}{16} = \frac{5}{4}$$

$$\text{Vậy: } \frac{l_1}{l_2} = \left(\frac{5}{4}\right)^2 = \frac{25}{16} \rightarrow \frac{l_1 - l_2}{l_2} = \frac{25 - 16}{16} = \frac{9}{16}$$

$$\rightarrow l_2 = \frac{16}{9}(l_1 - l_2) \text{ với } l_1 - l_2 = 4,5 \text{ (cm)}$$

$$= \frac{16}{9} \cdot 4,5 = 8 \text{ (cm)}$$

$$\text{Và } l_1 = l_2 + 4,5 = 12,5 \text{ (cm)}$$

11.11. Đáp án D

Dao động không tắt dưới tác động của ngoại lực tuần hoàn là dao động cưỡng bức.

11.12. Đáp án C

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = -\frac{2\pi}{7} - \frac{5\pi}{7} = -\pi \text{ [có dạng } \Delta\varphi = (2n + 1)\pi \text{ với } n = -1]$$

$$\text{Đó là hai dao động ngược pha nên: } A = |A_1 - A_2| = |3 - 5| = 2 \text{ (cm)}$$

11.13. Đáp án D

A. Sai vì biên độ dao động là độ lệch cực đại của vật ra khỏi vị trí cân bằng.

B. Sai vì khoảng thời gian ngắn nhất để vật trở lại vị trí cũ theo chiều cũ là chu kỳ.

C. Sai vì dao động điều hòa là dao động trong đó li độ của vật là một hàm cosin (hay sin) của thời gian.

D. Đúng vì lúc ban đầu thì:

$$x_0 = A \cos \varphi \text{ và } v_0 = -\omega A \sin \varphi$$

Với A đã biết và nếu biết φ thì biết x_0 (vị trí ban đầu) và biết $v_0 > 0$ hay $v_0 < 0$ (chiều chuyển động ban đầu)

11.14. Đáp án B

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}} \rightarrow \frac{l_1}{g} = \frac{T_1^2}{4\pi^2}; T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} \rightarrow \frac{l_2}{g} = \frac{T_2^2}{4\pi^2}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l_1 + l_2}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{T_1^2 + T_2^2}{4\pi^2}} = \sqrt{T_1^2 + T_2^2} = \sqrt{1,2^2 + 1,6^2} = 2,0 \text{ (s)}$$

11.15. Đáp án C

$$\begin{cases} x = A \cos(\omega t + \varphi) \\ a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi) \end{cases}$$

Dựa trên đồ thị ta suy ra:

$$\bullet \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2/\pi} = \pi^2 \approx 10 \text{ (rad/s)}$$

$$\bullet a_{\max} = \omega^2 A \rightarrow A = \frac{a_{\max}}{\omega^2} = \frac{150}{10^2} = 1,5 \text{ (cm)}$$

$$\bullet \text{ Lúc } t = 0: \omega^2 A = -\omega^2 A \cos \varphi \rightarrow \cos \varphi = -1 \rightarrow \varphi = \pi$$

$$\text{Vậy: } x = 1,5\cos(10t + \pi) \text{ (cm)}$$

11.16. Đáp án A

$$\text{Có: } W_d = W_t = \frac{1}{2} kA^2$$

$$\text{Với } W_d = W_t \text{ nên } 2W_t = \frac{1}{2} kA^2$$

$$\Leftrightarrow 2\left(\frac{1}{2} kx^2\right) = \frac{1}{2} kA^2 \Leftrightarrow |x| = \frac{A}{\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 2 \text{ (cm)}$$

$$\text{Lúc này lò xo dài: } l = 20 + 2 = 22 \text{ (cm) hoặc } l = 20 - 2 = 18 \text{ (cm).}$$

11.17. Đáp án C

Con lắc dao động điều hòa nên vận tốc lúc qua vị trí cân bằng là:

$$v = wS_0 = \sqrt{\frac{g}{l}} \cdot l \cdot \alpha_0 = \sqrt{g \cdot l} \cdot \alpha_0$$

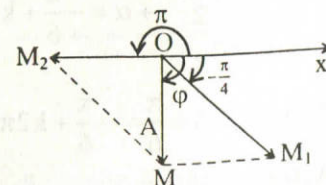
11.18. Đáp án B

$$\bullet \text{ Viết lại } x_2: x_2 = -2\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$= -2\cos(5\pi t) = 2\cos(5\pi t + \pi)$$

• Giảm đồ vectơ như hình vẽ:

• Tính được:



$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

$$= \sqrt{(2\sqrt{2})^2 + (2)^2 + 2 \cdot 2\sqrt{2} \cdot 2 \cos\left(\pi + \frac{\pi}{4}\right)} = 2 \text{ (cm)}$$

$$\text{Và } \tan \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2} = \frac{2\sqrt{2} \sin\left(-\frac{\pi}{4}\right) + 2 \sin(\pi)}{2\sqrt{2} \cos\left(-\frac{\pi}{4}\right) + 2 \cos(\pi)} = \frac{-2}{0} = -\infty$$

$$\rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$$

$$\text{Vậy: } x = 2\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$$

11.19. Đáp án A

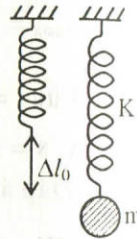
Bộ phận giảm xóc của ô tô là ứng dụng của dao động tắt dần.

11.20. Đáp án A

$$\text{Độ giãn lò xo lúc vật cân bằng: } \Delta l_0 = \frac{mg}{k} \rightarrow \frac{m}{k} = \frac{\Delta l_0}{g}$$

Chu kỳ dao động:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta l_0}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{0,04}{10}} = 0,4 \text{ (s)} \quad (\text{lấy } \pi^2 \approx 10)$$



11.21. Đáp án B

Dựa trên đồ thị ta thấy lúc $t = 0$: $x = \frac{A}{\sqrt{2}}$ và $v > 0$ (vì đồ thị đi lên)

$$\begin{cases} \frac{A}{\sqrt{2}} = A \cos \varphi \\ v = -\omega A \sin \varphi > 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{2}} \\ \sin \varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{4}$$

11.22. Đáp án D

$$\begin{cases} x = 4 \cos \alpha = 2\sqrt{3} \\ v = -1,6\pi \sin \alpha > 0 \end{cases} \text{ với } \alpha = 0,4\pi t - \frac{\pi}{6}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} \\ \sin \alpha < 0 \end{cases} \rightarrow \alpha = -\frac{\pi}{6} + k2\pi$$

$$\text{Hay: } 0,4\pi t - \frac{\pi}{6} = -\frac{\pi}{6} + k2\pi \rightarrow t = 5k \text{ với } k = 0; \pm 1; \pm 2; \dots$$

Với $k = 1$ thì $t = 5$ (s).

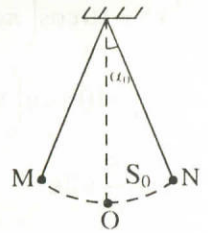
11.23. Đáp án C

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \rightarrow l = \frac{T^2 g}{4\pi^2}$$

$$S_0 = l \cdot \alpha_0 = \frac{T^2 \cdot g}{4\pi^2} \cdot \alpha_0$$

$$\widehat{MN} = 2S_0 = \frac{T^2 \cdot g}{2\pi^2} \cdot \alpha_0 \text{ với } \alpha_0 = \frac{5\pi}{180} \text{ (rad)}$$

$$\widehat{MN} = \frac{2^2 \cdot 9,8}{2 \cdot \pi^2} \cdot \frac{5\pi}{180} \approx 0,174 \text{ (m)} = 17,4 \text{ (cm)}$$



11.24. Đáp án A

Con lắc dao động với tần số f thì động năng biến thiên tuần hoàn với tần số $2f$

$$\text{Vậy tần số dao động của con lắc là: } f = \frac{10}{2} = 5 \text{ (Hz)}$$

$$\text{Mà } f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = 5 \rightarrow k = 4\pi^2 f^2 \cdot m = 4 \cdot 10 \cdot 5^2 \cdot 0,06 = 60 \text{ (N/m)}$$

11.25. Đáp án B

$$\text{Chu kỳ riêng của con lắc đơn: } T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Thời gian giữa 2 lần liên tiếp bánh của toa tàu gặp chỗ nối là chu kỳ kích động: $T = \frac{L}{v}$

Con lắc dao động mạnh nhất khi:

$$T_0 = T \Leftrightarrow 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = \frac{L}{v} \Rightarrow v = \frac{L}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} = \frac{12,5}{2\pi} \sqrt{\frac{9,8}{1}} \approx 6,23 \text{ (m/s)} = 22,43 \text{ (km/h)}$$

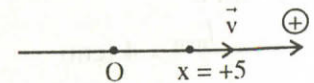
11.26. Đáp án D

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos \Delta \varphi$$

$$\cos \Delta \varphi = \frac{A^2 - A_1^2 - A_2^2}{2A_1A_2} = \frac{(\sqrt{7})^2 - 2^2 - 3^2}{2 \cdot 2 \cdot 3} = -\frac{1}{2} \rightarrow \Delta \varphi = \frac{2\pi}{3}$$

11.27. Đáp án B

$$\text{Có: } \begin{cases} x = 10 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)} \\ v = -10\pi \sin\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm/s)} \end{cases}$$



Qua $x = +5$ cm và đi ra xa vị trí cân bằng O tức đi theo chiều dương:

$$\begin{cases} +5 = 10\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \\ v = -10\pi\sin\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right) > 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{1}{2} \\ \sin\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right) < 0 \end{cases} \rightarrow \pi t + \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{3} + k2\pi$$

$$t = -\frac{5}{6} + 2k$$

Để $t \geq 0$ và bé nhất thì $t = -\frac{5}{6} + 2.1 = \frac{7}{6}$ (s)

11.28. Đáp án C

• Chu kì: $T = \frac{60}{50} = 1,2$ (s)

• Lúc $t_1 = 2s$: $\begin{cases} x_1 = A\cos(\omega t + \varphi) = 3 \text{ (cm)} \\ v_1 = -\omega A\sin(\omega t + \varphi) \end{cases}$

• Lúc $t_2 = 3,6s = 2 + 1,6 = t_1 + 1,5T$

$$x_2 = A\cos[\omega(t_1 + 1,5T) + \varphi] = A\cos(\omega t_1 + \omega.1,5T + \varphi) \text{ với } \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$= A\cos(\omega t_1 + 3\pi + \varphi) = -A\cos(\omega t_1 + \varphi) = -3 \text{ (cm)}$$

Và $v_2 = -\omega A\sin[\omega(t_1 + 1,5T) + \varphi] = -\omega A\sin(\omega t_1 + 3\pi + \varphi) = \omega A\sin(\omega t_1 + \varphi) = -v_1$

Vậy: lúc t_2 vật qua $x_2 = -3\text{cm}$ và hướng về O

Ghi nhớ! Sau thời gian $\left(K + \frac{1}{2}\right)T$ với $K = 0, 1, 2, \dots$ thì vật qua $x_2 = -x_1$ và ngược chiều.

11.29. Đáp án A

Lúc đầu: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l_0}{g}}$; Lúc sau: $T + \Delta T = 2\pi\sqrt{\frac{l_0(1 + \alpha\Delta t)}{g}}$

Tỉ số: $\frac{T + \Delta T}{T} = \sqrt{1 + \alpha\Delta t} \Leftrightarrow 1 + \frac{\Delta T}{T} \approx 1 + \frac{\alpha\Delta t}{2}$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{2}{\alpha} \cdot \frac{\Delta T}{T} = \frac{2}{1,5 \cdot 10^{-5}} \cdot 15 \cdot 10^{-5} = 20^0 \text{ C}$$

11.30. Đáp án C

$$A = \frac{l_{\max} - l_{\min}}{2} = 4 \text{ (cm)}$$

Lực kéo về: $F = -k.x$

Lực kéo về cực đại: $F_{\max} = k.A \rightarrow k = \frac{F_{\max}}{A} = \frac{1,6}{0,04} = 40 \text{ (N/m)}$

11.31. Đáp án B

$$v_{tb} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{\Delta t} = \frac{A - (-A)}{T/2} = \frac{4A}{T} = \frac{4.4}{2} = 8 \text{ (cm/s)}$$

11.32. Đáp án C

$$x = 4\cos\left(3t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ (cm)}$$

Lúc $t = 0$: $x = 4\cos\frac{\pi}{6} = 2\sqrt{3} \text{ (cm)}$

Thế năng: $W_t = \frac{1}{2}kx^2$; Cơ năng: $W = \frac{1}{2}kA^2$

Lập tỉ số: $\frac{W_t}{W} = \left(\frac{x}{A}\right)^2 \rightarrow W_t = W \cdot \left(\frac{x}{A}\right)^2 = 7,2 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{2\sqrt{3}}{4}\right)^2 = 5,4 \cdot 10^{-3} \text{ (J)}$

11.33. Đáp án D

Chu kì quả lắc tại Mặt Đất và Mặt Trăng lần lượt là: $\begin{cases} T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \\ T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} \end{cases}$

Tỉ số: $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{6} \rightarrow T' = \sqrt{6}T$: đồng hồ ở Mặt Trăng chạy chậm hơn tại

Mặt Đất $\sqrt{6}$ lần, vậy kim phút ở Mặt Trăng cũng quay chậm hơn tại Mặt Đất $\sqrt{6}$ lần, do đó thời gian quay một vòng của kim phút ở Mặt Trăng lớn hơn ở Mặt Đất $\sqrt{6}$ lần tức là: $\Delta t = \sqrt{6} \cdot 60 \text{ phút} \approx 147 \text{ phút} = 2\text{h } 27\text{ph}$

11.34. Đáp án C

• Điểm A: $\vec{v}_A = 0$

• Điểm B: $x_B = 0 \rightarrow a_B = -\omega^2 x_B = 0$

Vậy không xét các điểm A và B

• Điểm C: $x_C < 0 \rightarrow \vec{a}_C$ hướng theo chiều dương

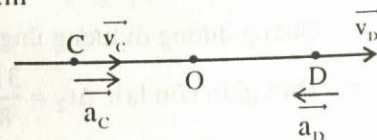
Tại C có x đang tăng: vật đi theo chiều dương $\rightarrow \vec{v}_C$ hướng theo chiều dương

Vậy: $\vec{a}_C$ và $\vec{v}_C$ cùng chiều

• Điểm D: $x_D > 0 \rightarrow \vec{a}_D$ hướng theo chiều âm

Tại D có x đang tăng: vật đi theo chiều dương $\rightarrow \vec{v}_D$ hướng theo chiều dương

Vậy: $\vec{a}_D$ và $\vec{v}_D$ trái chiều



11.35. Đáp án A

- Có: $\frac{\Delta A}{A_0} = 3\% = 0,03$ hay $\frac{A_0 - A}{A_0} = 0,03 \Rightarrow \frac{A}{A_0} = 0,97$
- Mà: $\frac{\Delta W}{W_0} = \frac{W_0 - W}{W_0} = 1 - \frac{W}{W_0} = 1 - \left(\frac{A}{A_0}\right)^2 = 1 - (0,97)^2 = 0,0591 \approx 6\%$

11.36. Đáp án B

- Viết lại: $x_1 = -6\sin 3\pi t = 6\sin(3\pi t + \pi)$
 $= 6\cos\left(3\pi t + \pi - \frac{\pi}{2}\right) = 6\cos\left(3\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm)
- $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = -\pi$:
 Hai dao động ngược pha nên $A = |A_1 - A_2| = |6 - 2| = 4$ (cm)

$$\begin{aligned} \text{Và } \tan\varphi &= \frac{A_1 \sin\varphi_1 + A_2 \sin\varphi_2}{A_1 \cos\varphi_1 + A_2 \cos\varphi_2} \\ &= \frac{6\sin\frac{\pi}{2} + 2\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right)}{6\cos\frac{\pi}{2} + 2\cos\left(-\frac{\pi}{2}\right)} = \frac{6-2}{0} = +\infty \rightarrow \varphi = +\frac{\pi}{2} \end{aligned}$$

$$\text{Vậy } x = x_1 + x_2 = 4\cos\left(3\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$$

11.37. Đáp án D

Dùng mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều biểu diễn trên hình vẽ, ta có:

- Lúc $t = 0$ vật dao động điều hòa ở H với $\overline{OH} = 2$ (cm) ứng với vật chuyển động tròn đều ở M được xác định bởi góc α :

$$\sin\alpha = \frac{OH}{OM} = \frac{2}{2\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \rightarrow \alpha = \frac{\pi}{4} \rightarrow \widehat{POM} = \frac{\pi}{4}$$

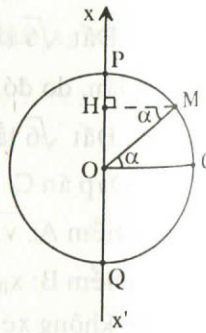
- Thời gian vật dao động điều hòa từ H $\rightarrow$ P bằng thời gian vật chuyển động

$$\text{tròn đều trên cung } \widehat{MP} \text{ được tính bởi: } \frac{\Delta t_1}{T} = \frac{\alpha}{2\pi} = \frac{\frac{\pi}{4}}{2\pi} = \frac{1}{8} \rightarrow \Delta t_1 = \frac{T}{8}$$

(Xem bài 1 – dạng 6)

Quãng đường đi tương ứng: $S_1 = HP = 2\sqrt{2} - 2$ (cm)

- Thời gian còn lại: $\Delta t_2 = \frac{3T}{8} - \frac{T}{8} = \frac{T}{4}$



Quãng đường đi tương ứng: $S_2 = PO = 2\sqrt{2}$ (cm)

Vậy: $S = S_1 + S_2 = (2\sqrt{2} - 2) + 2\sqrt{2} = 4\sqrt{2} - 2$ (cm)

11.38. Đáp án A

- Cơ năng con lắc lò xo: $W = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$
 $25 \cdot 10^{-3} = \frac{1}{2} \cdot 0,4 \cdot (0,25)^2 + \frac{1}{2}k \cdot (0,01)^2 \rightarrow k = 250$ (N/m)
- Tần số góc: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{250}{0,4}} = 25$ (rad/s)
- Biên độ A: $A = \sqrt{x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2} = \sqrt{1^2 + \left(\frac{25}{25}\right)^2} = \sqrt{2}$ (cm)

11.39. Đáp án B

- Khi thang máy đi lên nhanh dần đều thì con lắc có trọng lượng:

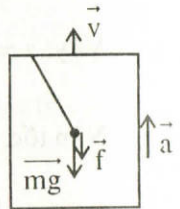
$$P' = mg + ma = m(g + a)$$

Xem như con lắc dao động nơi có gia tốc trọng lực:

$$g' = \frac{P'}{m} = g + a$$

Chu kì con lắc trong thang máy: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g+a}}$

- Có $\frac{T_0}{T} = \frac{\sqrt{5}}{2}$ với $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ nên $\sqrt{\frac{g+a}{g}} = \frac{\sqrt{5}}{2}$
 $\rightarrow 1 + \frac{a}{g} = \left(\frac{\sqrt{5}}{2}\right)^2 = \frac{5}{4} \rightarrow \frac{a}{g} = \frac{1}{4} \rightarrow a = \frac{g}{4} = \frac{9,8}{4} = 2,45$ (m/s²)



11.40. Đáp án C

Biên độ dao động cưỡng bức đạt tới giá trị không đổi và cực đại khi tốc độ tiêu hao năng lượng do ma sát bằng tốc độ cung cấp năng lượng cho hệ.

11.41. Đáp án C

$$A = \frac{v_{\max}}{\omega} = \frac{140}{20} = 7 \text{ (cm)}$$

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$7^2 = A_1^2 + 3^2 + 2 \cdot A_1 \cdot 3 \cos\left(\frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{3}\right)$$

$$49 = A_1^2 + 9 + 6A_1 \cos\left(\frac{2\pi}{3}\right)$$

$$A_1^2 - 3A_1 - 40 = 0$$

$$\Delta = 9 + 160 = 169 = 13^2$$

$$A_1 = \frac{3 \pm 13}{2} = \begin{cases} 8 \\ -5 < 0 \text{ (loại)} \end{cases}$$

$$\text{Vậy } A_1 = 8 \text{ (cm)}$$

11.42. Đáp án A

Phương trình chuyển động: $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

$$\bullet \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi \text{ (rad/s)}$$

$$\bullet \quad A = \frac{v_0}{\omega} = \frac{10\pi}{\pi} = 10 \text{ (cm)}$$

$$\bullet \quad \text{Lúc } t = 0, x = 0, v > 0$$

$$\begin{cases} 0 = A \cos \varphi \\ v = -\omega A \sin \varphi > 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = 0 \\ \sin \varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$$

$$\text{Vậy: } x = 10 \cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$$

$$\text{Vận tốc: } v = -10\pi \sin\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \left(\frac{\text{cm}}{\text{s}}\right)$$

$$\bullet \quad \text{Lúc } t = \frac{1}{3} \text{ s: } v = -10\pi \sin\left(\frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{2}\right) = -10\pi \sin\left(-\frac{\pi}{6}\right) = 15,70 \text{ (cm/s)}$$

11.43. Đáp án D

$$\text{A. Sai vì: } k \text{ có đơn vị là } \frac{\text{N}}{\text{m}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2}{\text{m}} = \text{kg}/\text{s}^2; m \text{ có đơn vị là kg}$$

$$\text{Vậy } \sqrt{\frac{k}{m}} \text{ có đơn vị là } \frac{\text{kg}/\text{s}^2}{\text{kg}} = \frac{1}{\text{s}}$$

$$\text{B. Sai vì: cơ năng } W = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \text{ tỉ lệ với bình phương biên độ}$$

C. Sai vì:

$$\bullet \quad \text{Con lắc lò xo: } T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\bullet \quad \text{Con lắc đơn: } T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$\text{Vậy: } \frac{m}{k} \text{ có vai trò giống như } \frac{l}{g}$$

D. Đúng vì:

Đối với dao động bé của con lắc đơn (dao động điều hòa) thì lực kéo về là: $F = -mg\alpha$

Độ lớn của F tỉ lệ với li độ góc α

11.44. Đáp án B

$$\text{Chu kỳ dao động tự do: } T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{0,2}{50}} = 0,4 \text{ (s)}$$

Động năng biến đổi tuần hoàn với chu kỳ:

$$T' = \frac{T}{2} = 0,2 \text{ (s)}$$

$$\text{Tần số: } f' = \frac{1}{T'} = \frac{1}{0,2} = 5 \text{ (Hz)}$$

11.45. Đáp án B

$$\text{Lúc đầu: } T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}; \text{ Lúc sau: } T' = 2\pi \sqrt{\frac{l + \Delta l}{g}}$$

$$\text{Với } T' = 0,9T \text{ hay } \frac{T'}{T} = 0,9$$

$$\sqrt{\frac{l + \Delta l}{l}} = 0,9 \Leftrightarrow 1 + \frac{\Delta l}{l} = 0,9^2 = 0,81 \Rightarrow \frac{\Delta l}{l} = -0,19 = -19\% < 0$$

Chu kỳ giảm 19%.

11.46. Đáp án C

$$\text{Trên Mặt Trăng: } T_l = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_l}}; \text{ Trên Mặt Đất: } T_d = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_d}}$$

$$\text{Tỉ số: } \frac{T_l}{T_d} = \sqrt{\frac{g_d}{g_l}} = \sqrt{5,9} \Rightarrow T_l = \sqrt{5,9} \cdot T_d = \sqrt{5,9} \cdot 1,5 \approx 3,6 \text{ (s)}$$

11.47. Đáp án A

$$\text{Có: } \begin{cases} x_1 = 2\sqrt{3} \cos 2\pi t \text{ (cm)} \\ x_2 = -2 \sin 2\pi t = 2 \cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)} \\ x_3 = 4 \cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ (cm)} \end{cases}$$

Dùng phương pháp giản đồ Fre-nen, sau khi chiếu xuống hai trục thẳng đứng và nằm ngang ta được:

$$\begin{aligned} A \sin \varphi &= A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2 + A_3 \sin \varphi_3 \\ &= 2\sqrt{3} \sin 0 + 2 \sin \frac{\pi}{2} + 4 \sin\left(-\frac{\pi}{6}\right) = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{Và } A \cos \varphi &= A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2 + A_3 \cos \varphi_3 \\ &= 2\sqrt{3} \cos 0 + 2 \cos \frac{\pi}{2} + 4 \cos \left(-\frac{\pi}{6} \right) = 4\sqrt{3} \quad (2) \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} (1) &\rightarrow \sin \varphi = 0 \\ (2) &\rightarrow \cos \varphi > 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \varphi = 0$$

$$(2) \rightarrow A = \frac{4\sqrt{3}}{\cos 0} = 4\sqrt{3} \text{ (cm)}$$

$$\text{Vậy } x = 4\sqrt{3} \cos(2\pi t) \text{ (cm)}$$

11.48. Đáp án B

$$W = W_d + W_t = 4W_d = 4 \cdot \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = 4 \left(\frac{1}{2} m v^2 \right) \rightarrow |v| = \frac{\omega A}{2} = \frac{5.3}{2} = 7,5 \text{ (cm/s)}$$

11.49. Đáp án D

$$W_t = \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \cos^2(\omega t + \varphi)$$

$$W_d = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi)$$

$$W_t = W_d \rightarrow \cos^2(\omega t + \varphi) = \sin^2(\omega t + \varphi)$$

$$\cos^2(\omega t + \varphi) - \sin^2(\omega t + \varphi) = 0$$

$$\cos 2(\omega t + \varphi) = 0 \Rightarrow 2(\omega t + \varphi) = \frac{\pi}{2} + k\pi$$

Gọi t_1, t_2 là các thời điểm liên tiếp có $W_t = W_d$ thì:

$$2(\omega t_1 + \varphi) = \frac{\pi}{2} + k\pi \quad (1)$$

$$\text{Và } 2(\omega t_2 + \varphi) = \frac{\pi}{2} + (k+1)\pi \quad (2)$$

$$(2) - (1): 2\omega(t_2 - t_1) = \pi$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{\pi}{2\omega} = \frac{T}{4}$$

$$\rightarrow T = 4\Delta t = 4.0,16 = 0,64 \text{ (s)}$$

11.50. Đáp án C

Câu C được phát biểu đúng là: cơ năng của con lắc lò xo dao động điều hòa bằng tổng thế năng và động năng ở cùng thời điểm.

CHƯƠNG III.

SÓNG CƠ VÀ SÓNG ÂM

Bài 12. SÓNG CƠ VÀ SỰ TRUYỀN SÓNG CƠ

TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Sóng cơ

- Định nghĩa: Sóng cơ là dao động lan truyền trong một môi trường.
- Sóng ngang:
 - Sóng trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương vuông góc với phương truyền sóng gọi là sóng ngang.
 - Trừ trường hợp sóng mặt nước, còn sóng ngang chỉ truyền được trong chất rắn.
- Sóng dọc:
 - Sóng trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương trùng với phương truyền sóng gọi là sóng dọc.
 - Sóng dọc truyền được cả trong chất khí, chất lỏng và chất rắn.
- Sóng cơ không truyền được trong chân không.

2. Các đặc trưng của một sóng hình sin

- Biên độ A của sóng là biên độ dao động của một phần tử của môi trường có sóng truyền qua.
- Chu kỳ T của sóng là chu kỳ dao động của một phần tử của môi trường có sóng truyền qua. Đại lượng $f = \frac{1}{T}$ là tần số của sóng.
- Tốc độ truyền sóng v là tốc độ lan truyền dao động trong môi trường. Đối với mỗi môi trường, tốc độ v không đổi.
- Bước sóng λ là quãng đường mà sóng truyền được trong một chu kỳ:

$$\lambda = v.T = \frac{v}{f}$$

Hai phần tử cách nhau một bước sóng λ thì dao động đồng pha với nhau.
- Năng lượng sóng là năng lượng dao động của các phần tử của môi trường có sóng truyền qua.

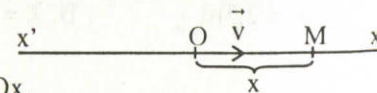
3. Phương trình sóng

Xét một sóng hình sin truyền dọc theo trục $x'Ox$.

Nếu phương trình dao động tại O là: $u_0 = A \cos \omega t$

Thì phương trình sóng hình sin truyền đến M với $OM = x$ là:

$$u_M = A \cos \omega \left(t - \frac{x}{v} \right) = A \cos \left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda} \right)$$



BÀI TẬP CƠ BẢN

Dạng 1. CHU KÌ – TẦN SỐ SÓNG

- Chu kỳ T của sóng là chu kỳ dao động của một phần tử của môi trường có sóng truyền qua.
- Tần số của sóng: $f = \frac{1}{T}$

Ví dụ: Một người quan sát thấy chiếc phao trên mặt nước biển nhô lên cao 10 lần trong 36s. Chu kỳ của sóng biển là:

- A. $T = 3,6s$ B. $T = 4,0s$ C. $T = 2,0s$ D. $T = 1,5s$

Giải

Nước biển ngay tại phao dao động khi có sóng truyền qua nên phao dao động theo. Phao nhô lên cao 10 lần tức nước biển tại điểm đó dao động đạt cực đại 10 lần. Thời gian giữa 10 lần cực đại liên tiếp là 9 chu kỳ (9T). Vậy: $9T = 36$

$$\Rightarrow T = \frac{36}{9} = 4 \text{ (s)} : \text{đó cũng là chu kỳ của sóng biển.}$$

Chọn đáp án B.

Dạng 2. BƯỚC SÓNG

- Bước sóng λ là quãng đường mà sóng truyền đi được trong một chu kỳ.
- Công thức: $\lambda = v.T = \frac{v}{f}$, với v là vận tốc truyền sóng
- Hai phần tử trên cùng phương truyền sóng cách nhau một bước sóng λ thì đồng pha
- Hai đỉnh sóng liên tiếp cách nhau một bước sóng λ .

Ví dụ 1. Một dây đàn hồi căng ngang. Cho một đầu dây dao động theo phương thẳng đứng với chu kỳ 2s thì trên dây có sóng truyền đi. Sau thời gian 0,3s dao động truyền đi được 1,5m. Bước sóng là:

- A. $\lambda = 2,5m$ B. $\lambda = 10,0m$ C. $\lambda = 5,0m$ D. $\lambda = 4,0m$

Giải

$$\text{Tốc độ truyền sóng: } v = \frac{\Delta l}{\Delta t} = \frac{1,5}{0,3} = 5 \text{ (m/s)}$$

$$\text{Bước sóng: } \lambda = v.T = 5.2 = 10 \text{ (m)}$$

Chọn đáp án B.

Ví dụ 2. Trên mặt nước đang có sóng, ta thấy khoảng cách giữa hai gợn sóng liên tiếp là 10cm và chiếc lá nhỏ trên mặt nước nhô lên liên tiếp 3 lần trong thời gian 5s. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là:

- A. $v = 4\text{cm/s}$ B. $v = 6\text{cm/s}$ C. $v = 8\text{cm/s}$ D. $v = 2\text{cm/s}$

Giải

- Khoảng cách giữa hai gợn sóng liên tiếp là bước sóng: $\lambda = 10\text{cm}$
- Lá nhỏ nhô lên liên tiếp 3 lần ứng với 2 chu kỳ dao động, vậy $2T = 5$
 $\rightarrow T = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ (s)}$

$$\text{Tốc độ truyền sóng: } v = \frac{\lambda}{T} = \frac{10}{2,5} = 4,0 \text{ (cm/s)}$$

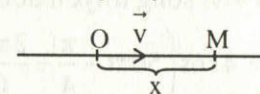
Chọn đáp án A.

Dạng 3. VIẾT PHƯƠNG TRÌNH SÓNG TẠI MỘT ĐIỂM

Biết phương trình sóng tại O là: $u_O = A \cos \omega t$

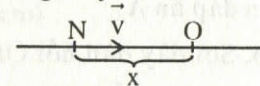
- Phương trình sóng tại M cách O khoảng $OM = x$ do sóng truyền từ O tới là:

$$u_M = A \cos \omega \left(t - \frac{x}{v} \right) = A \cos \left(\omega t - 2\pi \frac{x}{\lambda} \right)$$



- Phương trình sóng tại N trước O với $ON = x$ (sóng truyền từ N tới O) là:

$$u_N = A \cos \left(\omega t + 2\pi \frac{x}{\lambda} \right)$$



Ví dụ 1. Một sợi dây OA rất dài căng ngang. Cho đầu O dao động theo phương vuông góc với dây. Phương trình dao động tại O là: $u_O = 2 \cos \left(5\pi t + \frac{\pi}{4} \right) \text{ (cm)}$.

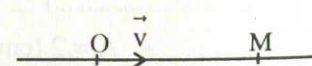
Biết tốc độ truyền sóng trên dây là 2m/s

Phương trình sóng tại M cách đầu O khoảng 50cm là:

- A. $u_M = 2 \cos \left(5\pi t + \frac{\pi}{6} \right) \text{ (cm)}$ B. $u_M = -2 \cos 5\pi t \text{ (cm)}$
 C. $u_M = 2 \cos \left(5\pi t - \frac{\pi}{4} \right) \text{ (cm)}$ D. $u_M = 2 \cos \left(5\pi t + \frac{\pi}{2} \right) \text{ (cm)}$

Giải

$$\text{Có: } u_O = 2 \cos \left(5\pi t + \frac{\pi}{4} \right)$$



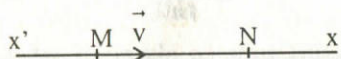
$$\begin{aligned} \text{Nên: } u_M &= 2 \cos \left[5\pi \left(t - \frac{x}{v} \right) + \frac{\pi}{4} \right] = 2 \cos \left[5\pi \left(t - \frac{0,5}{2} \right) + \frac{\pi}{4} \right] \\ &= 2 \cos(5\pi t - \pi) = -2 \cos 5\pi t \text{ (cm)} \end{aligned}$$

Chọn đáp án B.

Ví dụ 2. Sóng truyền trên phương x'x từ M → N cách nhau 40cm với bước sóng $\lambda = 0,8\text{m}$. Biết phương trình sóng tại N là $u_N = 4\cos\left(50\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (cm). Phương trình sóng tại M là:

- A. $u_M = 4\cos\left(50\pi t + \frac{3\pi}{4}\right)$ (cm) B. $u_M = 4\cos\left(50\pi t - \frac{5\pi}{4}\right)$ (cm)
C. $u_M = 4\cos 50\pi t$ (cm) D. $u_M = 4\cos\left(50\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm)

Giải



$$u_N = 4\cos\left(50\pi t - \frac{\pi}{4}\right) \rightarrow u_M = 4\cos\left(50\pi t - \frac{\pi}{4} + \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

(dấu + vì sóng truyền đến M trước)

$$u_M = 4\cos\left(50\pi t - \frac{\pi}{4} + \frac{2\pi \cdot 0,4}{0,8}\right) = 4\cos\left(50\pi t + \frac{3\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$$

Chọn đáp án A.

Ví dụ 3. Sợi dây đàn hồi Ox rất dài căng ngang. Cho đầu O dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với biên độ 2cm, chu kỳ 0,5s. Lấy $t = 0$ là lúc đầu O đạt li độ cực đại. Tốc độ truyền sóng trên dây là 8m/s. Phương trình sóng tại M cách O 50cm là:

- A. $u_M = 2\cos 4\pi t$ (cm) B. $u_M = 2\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm)
C. $u_M = 2\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (cm) D. $u_M = 2\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (cm)

Giải

- Phương trình dao động tại đầu O: $u_O = A\cos(\omega t + \varphi)$

$$\text{Với: } \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,5} = 4\pi \text{ (rad/s)}$$

$$+ A = 2 \text{ (cm)}$$

$$+ t = 0, u = A$$

$$A = A\cos\varphi \rightarrow \cos\varphi = 1 \rightarrow \varphi = 0$$

$$\text{Vậy: } u_O = 2\cos(4\pi t) \text{ (cm)}$$

- Phương trình dao động truyền đến M:

$$u_M = 2\cos 4\pi\left(t - \frac{x}{v}\right) = 2\cos 4\pi\left(t - \frac{0,5}{8}\right) = 2\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$$

Chọn đáp án D.

Ví dụ 4. Một sóng cơ học được truyền theo phương Ox với tốc độ 20cm/s. Cho rằng khi truyền đi biên độ sóng không đổi. Biết phương sóng tại O là $u_O = 4\cos\left(\frac{\pi}{6}t\right)$ (cm) li độ dao động tại M cách O 40cm lúc li độ dao động tại O đạt cực đại là:

- A. $u_M = 4\text{cm}$ B. $u_M = 0$ C. $u_M = -2\text{cm}$ D. $u_M = 2\text{cm}$

Giải

- $u_O = 4\cos\left(\frac{\pi}{6}t\right)$

$$\rightarrow u_M = 4\cos\frac{\pi}{6}\left(t - \frac{x}{v}\right) = 4\cos\frac{\pi}{6}\left(t - \frac{0,4}{0,2}\right) = 4\cos\left(\frac{\pi}{6}t - \frac{\pi}{3}\right) \text{ (cm)}$$

- $u_O: \max \leftrightarrow \cos\left(\frac{\pi}{6}t\right) = 1 \leftrightarrow \frac{\pi}{6}t = k2\pi$

$$\text{Vậy: } u_M = 4\cos\left(k2\pi - \frac{\pi}{3}\right) = 4\cos\left(-\frac{\pi}{3}\right) = 2 \text{ (cm)}$$

Chọn đáp án D.

Dạng 4. BIẾT PHƯƠNG TRÌNH SÓNG. TÌM BƯỚC SÓNG λ VÀ VẬN TỐC v

- So sánh phương trình đã cho với phương trình tổng quát:

$$u = A\cos\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right) \rightarrow \text{bước sóng } \lambda$$

- Tìm vận tốc v : Tìm $\lambda \Rightarrow v = \frac{\lambda}{T}$

hoặc so sánh phương trình đã cho với phương trình tổng quát:

$$u = A\cos\omega\left(t - \frac{x}{v}\right) \Rightarrow \text{vận tốc } v$$

Ví dụ 1. Một sóng ngang truyền trên dây có phương trình $u = 2\cos\left(100\pi t - \frac{\pi x}{10}\right)$

(cm) trong đó x tính bằng cm, t bằng giây. Bước sóng là:

- A. $\lambda = 10\text{cm}$ B. $\lambda = 5\text{cm}$ C. $\lambda = 20\text{cm}$ D. $\lambda = 40\text{cm}$

Giải

Phương trình đã cho: $u = 2\cos\left(100\pi t - \frac{\pi x}{10}\right)$

So sánh với phương trình sóng tổng quát: $u = A\cos\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$ trong đó x và λ cùng đơn vị.

Ta được: $\frac{\pi}{10} = \frac{2\pi}{\lambda} \rightarrow \lambda = 20$. Vì x tính bằng cm nên $\lambda = 20$ (cm)

Chọn đáp án C.

Ví dụ 2. Phương trình sóng tại một điểm có tọa độ x trên phương truyền sóng vào lúc t được cho bởi: $u = 5\cos(20t - 0,05x)$ (cm) trong đó t tính bằng giây, x bằng cm. Vận tốc truyền sóng là:

- A. $v = 4\text{m/s}$ B. $v = 2\text{m/s}$ C. $v = 5\text{m/s}$ D. $v = 400\text{m/s}$

Giải

Phương trình sóng đã cho: $u = 5\cos(20t - 0,05x)$

Cách 1: So sánh với phương trình sóng tổng quát:

$u = A\cos\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$ ta được

$+ T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{20} = \frac{\pi}{10}$ (s)

$+ 0,05 = \frac{2\pi}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{0,05} = 40\pi$ (cm)

Vận tốc truyền sóng: $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{40\pi(\text{cm})}{\frac{\pi}{10}(\text{s})} = 400$ (cm/s) = 4 (m/s)

Cách 2: Viết lại phương trình sóng đã cho: $u = 5\cos\left[20\left(t - \frac{0,05}{20}x\right)\right]$

So sánh với phương trình sóng tổng quát: $u = A\cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{v}\right)\right]$

Ta được: $\frac{0,05}{20} = \frac{1}{v} \rightarrow v = \frac{20}{0,05} = 400$

Vì x có đơn vị là cm nên v có đơn vị là cm/s

Vậy: $v = 400$ (cm/s) = 4 (m/s)

Chọn đáp án A.

Dạng 5. TÌM VẬN TỐC DAO ĐỘNG CỦA MỘT ĐIỂM TRÊN PHƯƠNG TRUYỀN SÓNG.

Phương trình truyền sóng: $u = A\cos\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$

Vận tốc của một điểm có tọa độ x là đạo hàm của u đối với t :

$u' = \frac{du}{dt} = -\omega A \sin\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$

Ví dụ. Phương trình sóng tại điểm M với $OM = x$ là:

$u = 6\cos\left(\frac{\pi}{2}t - 0,2\pi x\right)$ (cm) trong đó t tính bằng giây, x tính bằng cm. Vận tốc

dao động tại điểm M có $x = 10\text{cm}$ lúc $t = 1\text{s}$ là:

- A. 0 B. $-9,42$ m/s C. $9,42$ m/s D. 6 m/s

Giải

Vận tốc dao động là đạo hàm của li độ u theo t :

$u' = \frac{du}{dt} = -3\pi \sin\left(\frac{\pi}{2}t - 0,2\pi x\right)$

Với $t = 1\text{s}$, $x = 10\text{cm}$, ta có:

$u' = -3\pi \sin\left(\frac{\pi}{2} \cdot 1 - 0,2\pi \cdot 10\right) = -3\pi \sin\left(\frac{\pi}{2} - 2\pi\right) = -3\pi \sin\frac{\pi}{2} = -9,42$ (cm/s)

Chọn đáp án B.

Dạng 6. ĐỘ LỆCH PHA GIỮA HAI ĐIỂM TRÊN PHƯƠNG TRUYỀN SÓNG.

Phương trình sóng tại 2 điểm có tọa độ x_1 và x_2 cùng lúc t là:

$u_1 = A\cos\left(\omega t - 2\pi \frac{x_1}{\lambda}\right)$; $u_2 = A\cos\left(\omega t - 2\pi \frac{x_2}{\lambda}\right)$

Độ lệch pha giữa hai điểm: $\Delta\varphi = 2\pi \cdot \frac{x_2 - x_1}{\lambda}$; $\Delta\varphi = 2\pi \cdot \frac{d}{\lambda}$

Ví dụ 1. Sóng truyền trên dây dài vô hạn với bước sóng λ . Khoảng cách giữa hai điểm trên dây dao động cùng pha cách nhau

- A. $d = 2k\lambda$ B. $d = (2k + 1)\lambda$ C. $d = k \cdot \frac{\lambda}{2}$ D. $d = k\lambda$

(với $k = 1, 2, 3, \dots$)

Giải

Hai điểm trên dây cách nhau khoảng d dao động cùng pha khi:

$$\Delta\varphi = 2\pi \cdot \frac{d}{\lambda} = 2k\pi \rightarrow \boxed{d = k\lambda} \quad (\text{với } k = 1, 2, 3, \dots)$$

Chọn đáp án **D**.

Ví dụ 2. Sóng truyền trên dây dài vô hạn có bước sóng λ . Hai điểm trên dây dao động ngược pha cách nhau

A. $d = k \cdot \frac{\lambda}{2}$ B. $d = 2k\lambda$ C. $d = k\lambda$ D. $d = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$

(với $k = 0, 1, 2, \dots$)

Giải

Hai điểm trên dây cách nhau khoảng d dao động ngược pha khi:

$$\Delta\varphi = 2\pi \cdot \frac{d}{\lambda} = (2k + 1)\pi \rightarrow \boxed{d = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda} \quad \text{với } k = 0, 1, 2, \dots$$

Chọn đáp án **D**.

Ghi nhớ:

Hai điểm trên phương truyền sóng dao động:

- Cùng pha cách nhau $d = k\lambda$
- Ngược pha cách nhau $d = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$

Ví dụ 3. Trên sợi dây đàn hồi rất dài có sóng truyền qua. Biết tần số sóng là $f = 20\text{Hz}$ và vận tốc truyền sóng là $v = 50\text{m/s}$. Hai điểm gần nhau nhất trên

dây dao động vuông pha (lệch pha góc $\frac{\pi}{2}$) cách nhau

A. $d = 0,625\text{cm}$ B. $d = 62,5\text{cm}$
C. $d = 50,0\text{cm}$ D. $d = 25,0\text{cm}$

Giải

Có: $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda}$ với $\lambda = \frac{v}{f}$ nên $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\frac{v}{f}} = \frac{2\pi d \cdot f}{v}$

Hai điểm dao động vuông pha: $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2}$

Vậy: $\frac{2\pi d \cdot f}{v} = \frac{\pi}{2} \rightarrow d = \frac{v}{4f} = \frac{50}{4 \cdot 20} = 0,625 \text{ (m)} = 62,5 \text{ (cm)}$

Chọn đáp án **B**.

Ví dụ 4. Hai điểm M, N cách nhau 28cm trên dây có sóng truyền qua luôn luôn lệch pha với nhau một góc $\Delta\varphi = (2k + 1)\frac{\pi}{2}$ với $k = 0; \pm 1; \pm 2; \dots$

Tốc độ truyền sóng trên dây là 4m/s và tần số của sóng có giá trị trong khoảng từ 22Hz đến 26Hz. Tần số của sóng là

A. $f = 25\text{Hz}$ B. $f = 20\text{Hz}$ C. $f = 45\text{Hz}$ D. $f = 15\text{Hz}$

Giải

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = (2k + 1)\frac{\pi}{2} \rightarrow \lambda = \frac{4d}{2k + 1}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = v \cdot \frac{2k + 1}{4d} = 4 \cdot \frac{2k + 1}{4 \cdot 0,28} = \frac{2k + 1}{0,28} \quad (*)$$

$$22 \leq f = \frac{2k + 1}{0,28} \leq 26 \Leftrightarrow 2,58 \leq k \leq 3,14 \rightarrow k = 3$$

$$(*) \rightarrow f = \frac{2 \cdot 3 + 1}{0,28} = 25 \text{ (Hz)}. \text{ Chọn đáp án A.}$$

Dạng 7. BIẾT LI ĐỘ CỦA SÓNG TẠI MỘT ĐIỂM NHẤT ĐỊNH VÀO THỜI ĐIỂM NÀY, TÌM LI ĐỘ CỦA SÓNG VÀO MỘT ĐIỂM KHÁC

- Biết li độ ở thời điểm t_1 là u_1 . Tìm li độ u_2 ở thời điểm t_2
- Nếu $\Delta t = |t_2 - t_1| = T$ thì $u_2 = u_1$
- Nếu $\Delta t = |t_2 - t_1| = \frac{T}{2}$ thì $u_2 = -u_1$
- Nếu $\begin{cases} \Delta t \neq T \\ \Delta t \neq \frac{T}{2} \end{cases}$ thì giải hệ $\begin{cases} u_1 = A \cos(\omega t_1 + \varphi) \\ u_2 = A \cos[\omega(t_1 \pm \Delta t) + \varphi] \end{cases} \Rightarrow u_2$

Ví dụ 1. Trên phương Ox có sóng truyền qua với chu kỳ của sóng là T . Vào lúc nào đó điểm P trên phương Ox có li độ $u_1 = 3\text{cm}$ thì sau lúc đó thời gian T điểm P có li độ

A. $u_2 = 2\text{cm}$ B. $u_2 = -2\text{cm}$ C. $u_2 = 3\text{cm}$ D. $u_2 = -3\text{cm}$

Giải

Li độ của sóng tại điểm P vào lúc t_1 là: $u_1 = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t_1 + \frac{2\pi x_P}{\lambda}\right)$

Và lúc $t_2 = t_1 + T$ điểm P có li độ:

$$u_2 = A \cos\left[\frac{2\pi}{T}(t_1 + T) + \frac{2\pi x_P}{\lambda}\right] = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t_1 + 2\pi + \frac{2\pi x_P}{\lambda}\right)$$

$$= A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t_1 + \frac{2\pi x_P}{\lambda}\right) = u_1 = 3 \text{ (cm)}$$

Chọn đáp án C.

Ví dụ 2. Trên dây dài vô hạn có sóng truyền qua. Chu kỳ của sóng là T. Vào lúc nào đó điểm P trên dây có li độ $u_1 = 2\text{cm}$ thì trước lúc đó thời gian $\frac{T}{2}$ điểm P có li độ

- A. $u_2 = 1\text{cm}$ B. $u_2 = -1\text{cm}$ C. $u_2 = 2\text{cm}$ D. $u_2 = -2\text{cm}$

Giải

Vào lúc t_1 li độ của điểm P: $u_1 = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t_1 + \frac{2\pi x_1}{\lambda}\right)$

Trước lúc đó $\frac{T}{2}$ tức lúc $t_2 = t_1 - \frac{T}{2}$ thì li độ của điểm P là:

$$u_2 = A \cos\left[\frac{2\pi}{T}\left(t_1 + \frac{T}{2}\right) + \frac{2\pi x_P}{\lambda}\right] = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t_1 - \pi + \frac{2\pi x_P}{\lambda}\right)$$

$$= -A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t_1 + \frac{2\pi x_P}{\lambda}\right) = -u_1 = -2 \text{ (cm)}$$

Chọn đáp án D.

Ví dụ 3. Phương trình sóng tại một điểm có tọa độ x trên phương truyền sóng vào lúc t cho bởi: $u = 3\cos(\pi t - 0,2\pi x)$ (cm) trong đó t tính bằng giây.

Li độ tại một điểm nhất định trên phương truyền sóng vào lúc nào đó là $u_1 = \sqrt{3}$ cm và li độ này đang tăng thì sau đó $\frac{1}{4}$ s li độ tại điểm đó là:

- A. $u_2 = -1,04\text{cm}$ B. $u_2 = 2,96\text{cm}$ C. $u_2 = -\sqrt{3}\text{cm}$ D. $u_2 = \sqrt{3}\text{cm}$

Giải

• Lúc đầu ($t = t_1$):

$$\begin{cases} + u_1 = 3\cos(\pi t_1 - 0,2\pi x) = \sqrt{3} \\ + \text{li độ đang tăng tức} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos(\pi t_1 - 0,2\pi x) = \frac{\sqrt{3}}{3} \\ \sin(\pi t_1 - 0,2\pi x) < 0 \end{cases}$$

$$\frac{du}{dt} = -3\pi \sin(\pi t_1 - 0,2\pi x) > 0$$

$$\Rightarrow \sin(\pi t_1 - 0,2\pi x) = -\sqrt{1 - \left(\frac{\sqrt{3}}{3}\right)^2} = -\frac{\sqrt{6}}{3}$$

• Lúc sau ($t_2 = t_1 + \frac{1}{4}$)

$$u_2 = 3\cos\left[\pi\left(t_1 + \frac{1}{4}\right) - 0,2\pi x\right] = 3\cos\left[(\pi t_1 - 0,2\pi x) + \frac{\pi}{4}\right]$$

$$= 3\left[\cos(\pi t_1 - 0,2\pi x) \cdot \cos\frac{\pi}{4} - \sin(\pi t_1 - 0,2\pi x) \cdot \sin\frac{\pi}{4}\right]$$

$$= 3\left[\frac{\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{\sqrt{6}}{3} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right] \approx 2,96 \text{ (cm)}$$

Chọn đáp án B.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

12.1. Chọn câu sai:

- A. Sóng cơ là dao động lan truyền trong một môi trường.
B. Sóng nước truyền theo các phương khác nhau trên mặt nước với cùng một tốc độ v.
C. Sóng ngang là sóng trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương nằm ngang.
D. Sóng dọc truyền được trong chất khí, chất lỏng và chất rắn.

12.2. Chọn câu đúng: Sóng dọc

- A. truyền được trên mặt nước
B. chỉ truyền được trong chất rắn
C. truyền được trên mặt nước và trong chất rắn
D. truyền được trong chất khí, lỏng và rắn

12.3. Chọn câu sai: Sóng ngang không truyền được trong

- A. chất rắn B. chất lỏng C. chất khí D. chân không

12.4. Có 3 phát biểu như sau về bước sóng:

- I. Bước sóng là quãng đường mà sóng truyền đi được trong một giây.
II. Bước sóng là quãng đường mà sóng truyền đi được trong một chu kỳ dao động.
III. Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm trên phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó đồng pha.

Phát biểu đúng là:

- A. Cả I, II và III B. Chỉ có I và II
C. Chỉ có II và III D. Chỉ có II.

12.5. Đối với một môi trường nhất định thì tốc độ truyền sóng

- A. chỉ phụ thuộc vào biên độ của sóng.
B. không đổi.
C. chỉ phụ thuộc vào tần số của sóng.
D. phụ thuộc vào biên độ và tần số của sóng.

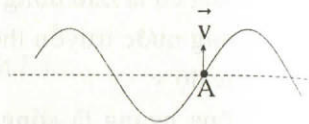
12.6. Sóng truyền từ O trên trục Ox, tốc độ truyền sóng là v, bước sóng λ . Nếu biểu thức dao động tại O là: $u_0 = A \cos \omega t$ thì phương trình sóng truyền theo trục Ox là:

- A. $u_M = A \cos \left(\omega t - \frac{x}{v} \right)$ B. $u_M = A \cos \left(\omega t - \frac{2\pi x}{v} \right)$
 C. $u_M = A \cos \left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda} \right)$ D. $u_M = A \cos \omega \left(t - \frac{x}{\lambda} \right)$

12.7. Công thức đúng là:

- A. $\lambda = v.f$ B. $v = \lambda.T$ C. $f = v.\lambda$ D. $T = \frac{\lambda}{v}$

12.8. Cho một sóng cơ là sóng ngang. Vào lúc t sóng có hình dạng như hình vẽ, trong đó phần tử A dao động với vận tốc $\vec{v}$ theo hướng chỉ trên hình vẽ. Sóng đang truyền về:



- A. phía bên phải B. phía bên trái
 C. hướng của $\vec{v}$ D. ngược hướng của $\vec{v}$

12.9. Một người ngồi ở biển nhận thấy có 20 ngọn sóng đi qua trước mặt mình trong 76 giây. Chu kỳ của sóng là:

- A. $T = 4s$ B. $T = 3,8s$ C. $T = \frac{10}{38}s$ D. $T = \frac{19}{76}s$

12.10. Một người ngồi ở biển thấy khoảng cách giữa ba ngọn sóng liên tiếp là 15m và người đó đếm được 10 ngọn sóng đi qua trước mặt mình trong thời gian 27s. Tốc độ truyền sóng biển là:

- A. $v = 2,5m/s$ B. $v = 2,78m/s$ C. $v = 0,4m/s$ D. $v = 0,28m/s$

12.11. Một người gõ một nhát búa trên đường sắt và cách đấy 1530m có một người khác áp tai lên đường sắt thì nghe được hai tiếng búa cách nhau 4,2s. Biết tốc độ truyền âm trong không khí là 340m/s và nhỏ hơn tốc độ truyền âm trong sắt. Tốc độ truyền âm trong sắt là:

- A. $v = 3600m/s$ B. $v = 2700m/s$ C. $v = 8400m/s$ D. $v = 5100m/s$

12.12. Phương trình sóng truyền theo trục Ox cho bởi: $u = 5 \cos(20\pi t - 0,4\pi x)$ (cm) trong đó t tính bằng giây. Chu kỳ của sóng là:

- A. $T = 0,2s$ B. $T = 0,4s$ C. $T = 0,1s$ D. $T = 0,3s$

12.13. Phương trình sóng trên trục Ox là: $u = 3 \cos \left(5\pi t - \frac{\pi}{2} x \right)$ (cm) trong đó

x tính bằng mét. Bước sóng là:

- A. $\lambda = 2m$ B. $\lambda = 4m$ C. $\lambda = 2cm$ D. $\lambda = 4cm$

12.14. Phương trình của một sóng ngang truyền trên sợi dây đàn hồi rất dài là:

$u = 4 \cos \left(50\pi t - \frac{\pi}{10} x \right)$ (cm) trong đó t tính bằng giây, x tính bằng cm. Tốc độ truyền sóng trên dây là:

- A. $v = 5m/s$ B. $v = 5cm/s$ C. $v = 10m/s$ D. $v = 10cm/s$

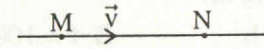
12.15. Phương trình dao động tại một điểm O trên phương Ox là $u_0 = 2 \cos 100\pi t$ (cm) trong đó t tính bằng giây, sau đó dao động truyền đến M trên Ox cách O 50cm với tốc độ 4m/s. Phương trình dao động của M là:

- A. $u_M = 2 \cos(100\pi t - \pi)$ (cm) B. $u_M = 2 \cos 100\pi t$ (cm)
 C. $u_M = 2 \cos \left(100\pi t - \frac{\pi}{2} \right)$ (cm) D. khác với A, B, C.

12.16. Trên sợi dây đàn hồi rất dài có sóng hình sin truyền đi. Phương trình dao động tại điểm M trên dây là: $u_M = 5 \cos \left(25\pi t - \frac{\pi}{4} \right)$ (cm) trong đó t tính bằng giây, sau đó dao động truyền đến N cách M 1 mét với tốc độ 5m/s. Phương trình dao động tại N là:

- A. $u_N = 5 \cos(25\pi t - \pi)$ (cm) B. $u_N = 5 \cos \left(25\pi t - \frac{\pi}{2} \right)$ (cm)
 C. $u_N = 5 \cos(25\pi t)$ (cm) D. $u_N = -5 \cos \left(25\pi t - \frac{\pi}{4} \right)$ (cm).

12.17. Trên dây đàn hồi khá dài có sóng truyền qua. Sóng truyền theo chiều từ M $\rightarrow$ N như hình vẽ với tốc độ 1m/s. Biết phương trình dao động của điểm N là: $u_N = 4 \cos \left(50\pi t - \frac{\pi}{2} \right)$ (cm), trong đó t tính bằng giây. M cách N 65cm, phương trình dao động của M là:



- A. $u_M = 4 \cos(50\pi t - \pi)$ (cm) B. $u_M = 4 \cos 50\pi t$ (cm)
 C. $u_M = 4 \cos \left(50\pi t - \frac{\pi}{4} \right)$ (cm) D. $u_M = 4 \cos \left(50\pi t + \frac{\pi}{2} \right)$ (cm)

12.18. Dây đàn hồi Ox khá dài căng thẳng nằm ngang. Cho đầu O dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với chu kỳ 0,2s và biên độ 3cm. Tốc độ truyền dao động trên dây là 2m/s. Lấy t = 0 là lúc đầu O dao động qua vị trí cân bằng theo chiều dương. Phương trình dao động tại điểm M trên dây cách O 1m là:

- A. $u_M = 3 \cos \left(10\pi t + \frac{\pi}{2} \right)$ (cm) B. $u_M = 3 \cos(10\pi t)$ (cm)
 C. $u_M = 3 \cos(10\pi t + \pi)$ (cm) D. $u_M = 3 \cos \left(10\pi t - \frac{\pi}{2} \right)$ (cm).

12.19. Phương trình dao động của một điểm M trên phương Ox khi có sóng truyền qua cho bởi: $u_M = 2\cos(4\pi t - 0,05\pi x)$ (cm), trong đó t tính bằng giây và x tính bằng cm. Li độ dao động của điểm M có tọa độ $x = 2\text{cm}$ vào lúc $t = 0,5\text{s}$ là:

- A. $u = 2\text{cm}$ B. $u = -2\text{cm}$ C. $u = 1\text{cm}$ D. $u = -1\text{cm}$

12.20. Đầu O của dây đàn hồi rất dài dao động theo phương vuông góc với dây có phương trình: $u_O = A\cos\frac{2\pi}{T}t$. Điểm M trên dây cách đầu O $\frac{1}{6}$ bước sóng

vào lúc $t = \frac{T}{4}$ có li độ 1,5cm. Biên độ dao động là:

- A. $A = 2\text{cm}$ B. $A = 2\sqrt{2}\text{cm}$ C. $A = \sqrt{3}\text{cm}$ D. $A = 2\sqrt{3}\text{cm}$

12.21. Điểm O trên mặt nước dao động với phương trình: $u_O = A\cos 4\pi t$, trong đó t tính bằng giây. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 2m/s. Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên đường thẳng qua O cách nhau

- A. $d = 1\text{m}$ B. $d = 2\text{m}$ C. $d = 0,5\text{m}$ D. $d = 1,5\text{m}$

12.22. Một dây đàn hồi khá dài căng ngang. Đầu O của dây dao động với tần số 36Hz thì trên dây có sóng ngang truyền đi với vận tốc trong khoảng từ 4m/s $\rightarrow$ 5m/s. Quan sát thấy hai điểm trên dây cách nhau 40cm dao động cùng pha. Tốc độ truyền sóng là:

- A. $v = 4,8\text{m/s}$ B. $v = 7,2\text{m/s}$ C. $v = 4,1\text{m/s}$ D. $v = 5,6\text{m/s}$

12.23. Một dây đàn hồi rất dài có sóng ngang truyền qua với vận tốc $v = 10\text{m/s}$, tần số sóng trong khoảng từ 40Hz $\rightarrow$ 60Hz. Hai điểm trên dây cách nhau 6,25cm sẽ dao động lệch pha với nhau góc $\Delta\varphi = \left(k + \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{\pi}{4}$ với $k = 1, 2, 3, \dots$

tần số sóng là:

- A. $f = 20\text{Hz}$ B. $f = 100\text{Hz}$ C. $f = 50\text{Hz}$ D. $f = 32\text{Hz}$

12.24. Một sóng ngang trên dây đàn hồi rất dài có phương trình dao động tại điểm có tọa độ x vào lúc t là: $u = A\cos(4\pi t - a \cdot x)$, trong đó t tính bằng giây, a là hằng số dương. Biết tốc độ truyền sóng trên dây là 16m/s. Giá trị của hằng số a là:

- A. $a = 0,25\pi$ (m) B. $a = 0,25\pi$ (1/m)
C. $a = 0,5\pi$ (m) D. $a = 0,5\pi$ (1/m)

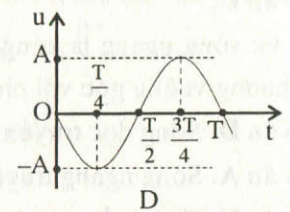
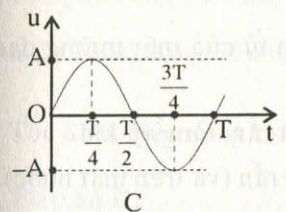
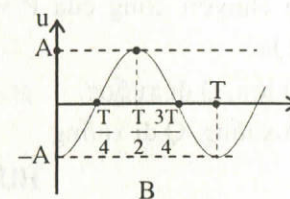
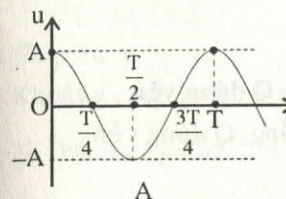
12.25. Một sóng ngang có phương trình sóng là: $u = 0,3\cos(314t - 5x)$ (cm), trong đó t tính bằng giây. Vận tốc dao động cực đại của một phần tử vật chất khi có sóng truyền qua là:

- A. $v_{\max} = 0,3\text{ cm/s}$ B. $v_{\max} = 0,6\text{ cm/s}$
C. $v_{\max} = 94,2\text{ cm/s}$ D. $v_{\max} = 15,8\text{ cm/s}$

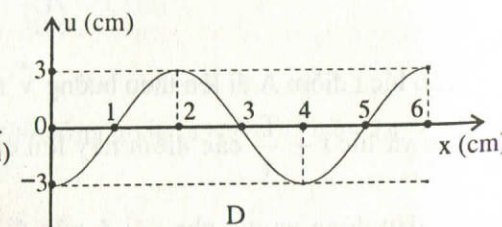
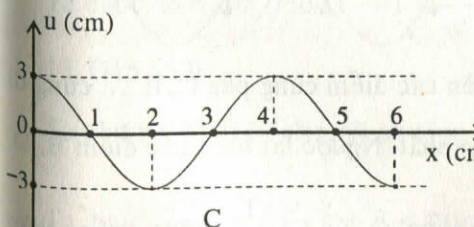
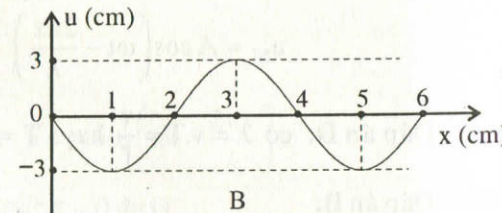
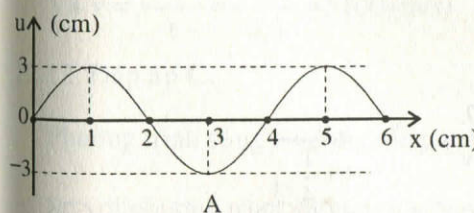
12.26. Phương trình sóng ngang truyền trên phương Ox như sau:

$$u = A\cos\left(\frac{2\pi}{T}t + 5\pi x\right), \text{ trong đó } x \text{ tính bằng mét. Đồ thị của li độ } u \text{ theo } t \text{ tại}$$

điểm $x = 10\text{cm}$ là đường sin có dạng.



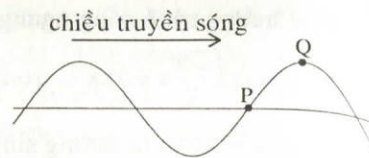
12.27. Lúc $t = 0$ đầu O của dây đàn hồi rất dài căng ngang dao động theo phương thẳng đứng với phương trình: $u_O = 3\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm), trong đó t tính bằng giây. Trên dây có sóng truyền đi với bước sóng $\lambda = 4\text{cm}$. Dạng của dây vào lúc $t = 1,5\text{s}$ là:



12.28. Phương trình sóng trên phương Ox là: $u = 3\cos(5\pi t + 0,4x)$ (cm), trong đó t tính bằng giây. Tại một điểm nhất định trên dây vào lúc nào đó nó có li độ 2cm thì sau 1s điểm đó có li độ:

- A. $u = 1\text{cm}$ B. $u = 2\text{cm}$ C. $u = -2\text{cm}$ D. $u = -1\text{cm}$

12.29. Hình vẽ bên biểu diễn hình dạng sợi dây đàn hồi ngay thời điểm t khi có sóng truyền qua theo chiều từ trái qua phải trong đó điểm P ở vị trí cân bằng và Q ở vị trí cao nhất. Hướng chuyển động của P và Q ngay thời điểm t là:



- A. P đi lên, Q đi xuống
B. P đi lên, Q đứng yên
C. P đi xuống, Q đi xuống
D. P đi xuống, Q đứng yên

HƯỚNG DẪN GIẢI

12.1. Đáp án C.

C. Sai vì: sóng ngang là sóng trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương vuông góc với phương truyền sóng.

12.2. Đáp án D. Sóng dọc truyền được cả trong chất rắn, lỏng và khí.

12.3. Đáp án A. Sóng ngang truyền được trong chất rắn (và trên mặt nước).

12.4. Đáp án D. Chú ý rằng phát biểu III đúng là:

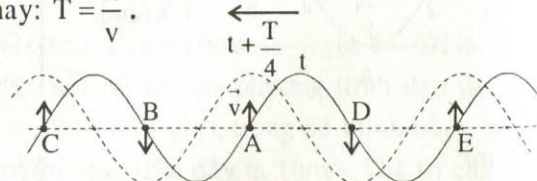
Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm GẦN NHAU NHẤT trên phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó đồng pha.

12.5. Đáp án B. Đối với một môi trường nhất định thì tốc độ truyền sóng không đổi.

12.6. Đáp án C. $u_M = A \cos \omega \left(t - \frac{x}{v} \right) = A \cos \left(\omega t - \frac{\omega x}{v} \right)$ với $\frac{\omega}{v} = \frac{2\pi}{v \cdot t} = \frac{2\pi}{\lambda}$ nên

$$u_M = A \cos \left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda} \right)$$

12.7. Đáp án D. có $\lambda = v \cdot T = \frac{v}{f}$ hay: $T = \frac{\lambda}{v}$.



12.8. Đáp án B.

Vào lúc t điểm A đi lên theo hướng $\vec{v}$ nên các điểm cùng pha C, E, ... cũng đi lên và lúc $t + \frac{T}{4}$ các điểm này lên cao nhất. Ngược lại lúc t các điểm B, D,

... dao động ngược pha với A nên đi xuống và lúc $t + \frac{T}{4}$ chúng xuống thấp nhất. Vậy lúc $t + \frac{T}{4}$ sóng là đường cong không liên tục như trên hình vẽ. Qua kết quả đó ta thấy sóng truyền về bên trái.

12.9. Đáp án A.

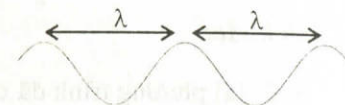
Trong 76 giây trước mặt mình có 20 ngọn sóng đi qua tức chỗ đó có 20 lần nước lên cao nhất. Thời gian giữa 20 lần liên tiếp là 19 chu kỳ. Vậy:

$$19 \cdot T = 76 \Rightarrow T = \frac{76}{19} = 4 \text{ (s)}$$

12.10. Đáp án A.

- Khoảng cách giữa ba ngọn sóng liên tiếp là

$$2\lambda \text{ (Hình vẽ) nên: } \lambda = \frac{15}{2} = 7,5 \text{ (m)}$$



- 10 ngọn sóng liên tiếp đi qua trước mặt mình tức chỗ đó vật chất đã thực hiện 9 dao động liên tiếp nên chu kỳ sóng: $T = \frac{27}{9} = 3 \text{ (s)}$

- Tốc độ truyền sóng: $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{7,5}{3} = 2,5 \text{ (m/s)}$

12.11. Đáp án D.

Người nghe sẽ nghe hai tiếng búa: tiếng do âm truyền trong đường sắt (nghe trước) và tiếng do âm truyền trong không khí.

Gọi v và t là tốc độ và thời gian truyền âm trong đường sắt, ta có:

$$S = v \cdot t = 340(t + 4,2) = 1530 \rightarrow t = \frac{1530}{340} - 4,2 = 0,3 \text{ (s)}$$

$$\text{Và } v = \frac{1530}{t} = \frac{1530}{0,3} = 5100 \text{ (m/s)}$$

12.12. Đáp án C.

Phương trình sóng có dạng tổng quát: $u = A \cos \left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda} \right)$

So với phương trình đã cho: $u = 5 \cos(20\pi t - 0,4\pi x)$

$$\text{Ta được: } \omega = 20\pi \text{ (rad/s)} \rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{20\pi} = 0,1 \text{ (s)}$$

12.13. Đáp án B.

So phương trình đã cho với phương trình tổng quát: $u = A \cos \left(\omega t - 2\pi \frac{x}{\lambda} \right)$

$$\text{Ta được: } \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{2} \left(\frac{1}{\text{m}} \right) \rightarrow \lambda = 4 \text{ (m)}$$

12.14. Đáp án A.

So phương trình đã cho với phương trình tổng quát: $u = A \cos \left(\frac{2\pi}{T} t - \frac{2\pi x}{\lambda} \right)$

Ta được: $\frac{2\pi}{T} = 50\pi \rightarrow T = \frac{2}{50} = 0,04 \text{ (s)}$

Và: $\frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{10} \left(\frac{1}{\text{cm}} \right) \rightarrow \lambda = 20 \text{ (cm)}$

Tốc độ truyền sóng: $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{20}{0,04} = 500 \text{ (cm/s)} = 5 \text{ (m/s)}$

Cách khác:

Viết lại phương trình đã cho: $u = 4 \cos 50\pi \left(t - \frac{\pi/10}{50\pi} x \right) = 4 \cos 50\pi \left(t - \frac{x}{500} \right)$

So với phương trình tổng quát: $u = A \cos \omega \left(t - \frac{x}{v} \right)$

Ta được: $\frac{1}{v} = \frac{1}{500} \rightarrow v = 500 \text{ (cm/s)} = 5 \text{ (m/s)}$

12.15. Đáp án C.

$$u_M = 2 \cos 100\pi \left(t - \frac{x}{v} \right) = 2 \cos 100\pi \left(t - \frac{0,5}{4} \right)$$

$$= 2 \cos(100\pi t - 12,5\pi) = 2 \cos \left(100\pi t - \frac{\pi}{2} \right) \text{ (cm)}$$

12.16. Đáp án D.

Phương trình dao động tại N:

$$u_N = 5 \cos \left[25\pi \left(t - \frac{x}{v} \right) - \frac{\pi}{4} \right] = 5 \cos \left[25\pi \left(t - \frac{1}{5} \right) - \frac{\pi}{4} \right]$$

$$= 5 \cos \left(25\pi t - 5\pi - \frac{\pi}{4} \right) = -5 \cos \left(25\pi t - \frac{\pi}{4} \right) \text{ (cm)}$$

12.17. Đáp án B.

Vì sóng truyền tới M trước nên dao động tại M sớm hơn dao động tại N thời gian $\Delta t = \frac{x}{v}$. Vậy:

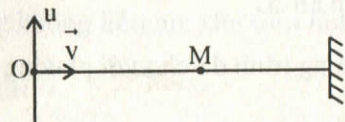
$$u_M = 4 \cos \left[50\pi \left(t + \frac{x}{v} \right) - \frac{\pi}{2} \right] = 4 \cos \left[50\pi \left(t - \frac{0,65}{1} \right) - \frac{\pi}{2} \right]$$

$$= 4 \cos(50\pi t + 32\pi) = 4 \cos 50\pi t \text{ (cm)}$$

12.18. Đáp án A.

• $u_0 = A \cos(\omega t + \varphi)$

Với:



+ $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,2} = 10\pi \text{ (rad/s)}$

+ $A = 3 \text{ cm}$

+ $t = 0: u_0 = 0 \text{ và } \dot{u}_0 > 0$

$$\begin{cases} 0 = A \cos \varphi \\ \dot{u}_0 = -\omega A \sin \varphi > 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = 0 \\ \sin \varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$$

Vậy: $u_0 = 3 \cos \left(10\pi t - \frac{\pi}{2} \right) \text{ (cm)}$

• Phương trình dao động tại M:

$$u_M = 3 \cos \left[10\pi \left(t - \frac{x}{v} \right) - \frac{\pi}{2} \right] = 3 \cos \left[10\pi \left(t - \frac{1}{2} \right) - \frac{\pi}{2} \right]$$

$$= 3 \cos(10\pi t - 5,5\pi) = 3 \cos \left(10\pi t + \frac{\pi}{2} \right) \text{ (cm)}$$

12.19. Đáp án B.

$u_M = 2 \cos(4\pi t - 0,05\pi x) \text{ (cm)}$

Tại $x = 20 \text{ cm}$ và $t = 0,5 \text{ s}$ thì: $u_M = 2 \cos(4\pi \cdot 0,5 - 0,05\pi \cdot 20) = 2 \cos \pi = -2 \text{ (cm)}$.

12.20. Đáp án C.

$u_M = A \cos \left(\frac{2\pi}{T} t - \frac{2\pi x}{\lambda} \right)$ với $x = \frac{\lambda}{6}$, $t = \frac{T}{4}$ thì $u_M = 1,5 \text{ (cm)}$ nên

$1,5 = A \cos \left(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{4} - \frac{2\pi \cdot \lambda/6}{\lambda} \right) = A \cos \frac{\pi}{6} = A \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow A = \sqrt{3} \text{ (cm)}$

12.21. Đáp án C.

Ta có: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{4\pi} = 0,5 \text{ (s)}$; $\lambda = v \cdot T = 2 \cdot 0,5 = 1 \text{ (m)}$

Hai điểm gần nhau nhất trên phương truyền sóng và dao động ngược pha cách nhau $\frac{\lambda}{2} = 0,5 \text{ (m)}$.

12.22. Đáp án A.

Hai điểm dao động cùng pha cách nhau:

$d = k \cdot \lambda = k \cdot \frac{v}{f}$ với $k = 1, 2, 3, \dots \Rightarrow v = \frac{d \cdot f}{k} = \frac{0,4 \cdot 36}{k} = \frac{14,4}{k} \text{ (m/s)}$

$4 \leq v = \frac{14,4}{k} \leq 5 \Leftrightarrow 2,88 \leq k \leq 3,6 \rightarrow k = 3$. Vậy $v = \frac{14,4}{3} = 4,8 \text{ (m/s)}$

12.23. Đáp án C.

Độ lệch pha giữa hai điểm cách nhau khoảng d trên phương truyền sóng là:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi d}{v} \cdot f \text{ với } \Delta\varphi = \left(k + \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{\pi}{4} \text{ nên}$$

$$\frac{2\pi d}{v} \cdot f = \left(k + \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{\pi}{4} \rightarrow f = \left(k + \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{v}{8d} = \left(k + \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{10}{8 \cdot 0,0625} = 20 \left(k + \frac{1}{2}\right) \text{ (Hz)}$$

$$\text{Mà: } 40 \leq f \leq 60 \text{ (Hz)}$$

$$40 \leq 20 \left(k + \frac{1}{2}\right) \leq 60 \Leftrightarrow 1,5 \leq k \leq 2,5 \rightarrow k = 2$$

$$\text{Vậy: } f = 20 \left(2 + \frac{1}{2}\right) = 50 \text{ (Hz)}.$$

12.24. Đáp án B.

$$\text{Phương trình sóng tại một điểm trên dây có dạng: } u = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi}{\lambda}x\right)$$

So với phương trình đã cho thì:

$$\bullet \frac{2\pi}{T} = 4\pi \rightarrow T = \frac{2}{4} = 0,5 \text{ (s)}$$

$$\bullet a = \frac{2\pi}{\lambda} \text{ với } \lambda = v \cdot T = 16 \cdot 0,5 = 8 \text{ (cm) nên: } a = \frac{2\pi}{8 \text{ (m)}} = 0,25\pi \text{ (1/m)}$$

12.25. Đáp án C.

Vận tốc dao động của một phần tử vật chất khi có sóng đi qua là:

$$u' = \frac{du}{dt} = -0,3 \cdot 314 \sin(314t - 5x) \text{ (cm/s)} = -94,2 \sin(314t - 5x) \text{ (cm/s)}$$

$$\text{Vận tốc dao động cực đại: } v_{\max} = 94,2 \text{ (cm/s)}$$

12.26. Đáp án D.

Phương trình dao động tại điểm $x = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$

$$u = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + 5\pi \cdot 0,1\right) = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\bullet \text{ lúc } t = 0 \rightarrow u = A \cos \frac{\pi}{2} = 0$$

$$\bullet \text{ lúc } t = \frac{T}{4} \rightarrow u = A \cos \pi = -A$$

Vậy đồ thị là hình D.

12.27. Đáp án A.

Phương trình dao động của sóng:

$$u = 3 \cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi x}{\lambda}\right) \text{ với } \lambda = 4 \text{ cm}$$

$$\text{Lúc } t = 1,5 \text{ s: } u = 3 \cos\left(3\pi - \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi x}{\lambda}\right) = 3 \cos\left(\pi - \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi x}{\lambda}\right) = 3 \cos\left(\frac{\pi}{2} - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

$$\bullet \text{ Tại } x = 0 \rightarrow u = 3 \cos \frac{\pi}{2} = 0$$

$$\bullet \text{ Tại } x = \frac{\lambda}{4} = 1 \text{ cm: } u = 3 \cos 0 = 3 \text{ cm}$$

Dạng của dây là đồ thị của u theo x : đó là đường sin lặp lại sau $\lambda = 4 \text{ cm}$

• Chú ý rằng lúc $t = 0$ đầu O bắt đầu dao động nên đến lúc $t = 1,5 \text{ s}$ sóng

$$\text{truyền đi xa nhất là: } x_{\max} = v \cdot t = \frac{\lambda}{T} \cdot t \text{ với } T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{2\pi} = 1 \text{ s nên:}$$

$$x_{\max} = \frac{4}{1} \cdot 1,5 = 6 \text{ (cm)} = 1,5\lambda$$

Tóm lại dạng của dây là hình A.

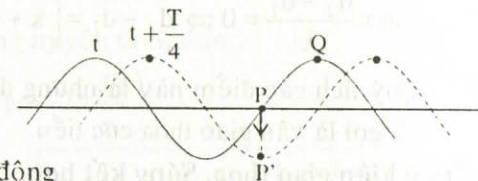
12.28. Đáp án C.

$$\text{Có: } T = \frac{2\pi}{5\pi} = 0,4 \text{ (s) nên } \Delta t = 1 \text{ s} = 2,5T: \text{ điểm đó qua li độ } -2 \text{ cm.}$$

12.29. Đáp án D.

Ngay thời điểm t :

- $v_Q = 0$: điểm Q đứng yên
- v_P : max nên điểm P đang chuyển động



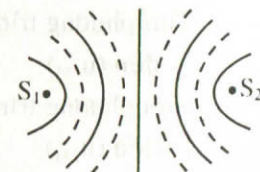
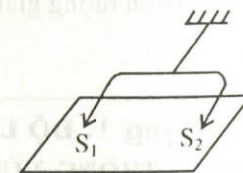
Vì sóng truyền qua bên phải nên sau $\frac{T}{4}$ sóng truyền đi được $\frac{\lambda}{4}$ ứng với đường không liền nét: P đến P'. Vậy P đang đi xuống.

Bài 13. GIAO THOA SÓNG

TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Hiện tượng giao thoa của hai sóng mặt nước.

- Thí nghiệm: cho cần rung có hai mũi nhọn S_1, S_2 chạm mặt nước dao động.
 - Kết quả: trên mặt nước xuất hiện các gợn sóng ổn định có hình là các đường hypebol với tiêu điểm là S_1, S_2
 - Hiện tượng hai sóng gặp nhau tạo nên các gợn sóng ổn định gọi là hiện tượng giao thoa của hai sóng.
- Các gợn sóng có hình hypebol gọi là các vân giao thoa.



2. Cực đại và cực tiểu.

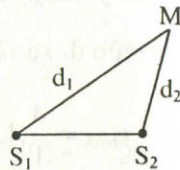
- Gọi phương trình dao động của hai nguồn S_1, S_2 là: $u_{S_1} = u_{S_2} = A \cos(\omega t)$ thì phương trình dao động tổng hợp tại điểm M trong vùng giao thoa là:

$$u_M = 2A \cos \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \cdot \cos \left(\omega t - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} \right)$$

- Dao động tổng hợp tại M là dao động điều hòa cùng phương, cùng chu kỳ với hai nguồn và có biên độ: $A_M = 2A \left| \cos \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \right|$

- Vị trí các cực đại giao thoa ứng với:

$$\left| \cos \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \right| = 1 \Rightarrow d_2 - d_1 = k\lambda \quad (k = 0; \pm 1; \pm 2; \dots)$$



Quỹ tích các điểm này là những đường hypebol có hai tiêu điểm là S_1, S_2 – chúng được gọi là vân giao thoa cực đại.

- Vị trí các cực tiểu giao thoa ứng với:

$$\cos \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} = 0 \Rightarrow d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2} \right) \lambda \quad (k = 0; \pm 1; \dots)$$

Quỹ tích các điểm này là những đường hypebol có hai tiêu điểm là S_1, S_2 và gọi là vân giao thoa cực tiểu.

3. Điều kiện giao thoa. Sóng kết hợp.

Để có vân giao thoa ổn định trên mặt nước thì hai nguồn sóng S_1, S_2 phải:

- Dao động cùng phương, cùng chu kỳ.
 - Có hiệu số pha không đổi theo thời gian
- Hai nguồn như trên gọi là hai nguồn kết hợp. Hai sóng do hai nguồn kết hợp phát ra là hai nguồn kết hợp.
 - Hiện tượng giao thoa là hiện tượng đặc trưng của sóng.

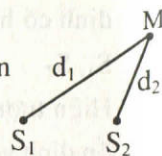
BÀI TẬP CƠ BẢN

Dạng 1. ĐỘ LỆCH PHA CỦA HAI DAO ĐỘNG TẠI MỘT ĐIỂM TRONG VÙNG GIAO THOA DO HAI SÓNG TRUYỀN TỚI

- Tìm phương trình dao động tại M do sóng truyền từ nguồn S_1 đến (u_{1M}):

- Tìm phương trình dao động tại M do sóng truyền từ nguồn S_2 đến (u_{2M}):

- Độ lệch pha giữa hai dao động tại M: $\Delta \varphi = \varphi_1 - \varphi_2$



Ví dụ 1: Tại hai điểm S_1, S_2 trên mặt nước có hai nguồn kết hợp giống nhau. M là một điểm trong vùng giao thoa cách S_1, S_2 lần lượt d_1, d_2 .

Bước sóng trên mặt nước là λ . Cho rằng biên độ sóng không đổi và bằng biên độ dao động của nguồn.

Độ lệch pha $\Delta \varphi = \varphi_1 - \varphi_2$ của hai dao động tại M do hai sóng truyền từ S_1, S_2 đến là:

A. $\Delta \varphi = \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda}$

B. $\Delta \varphi = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda}$

C. $\Delta \varphi = \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda}$

D. $\Delta \varphi = \pi \frac{d_2 - d_1}{2\lambda}$

Giải

Gọi phương trình dao động của hai nguồn S_1, S_2 là:

$$u_{S_1} = u_{S_2} = A \cos \omega t \text{ thì:}$$

- Phương trình dao động tại M do sóng truyền từ S_1 đến:

$$u_{1M} = A \cos \left(\omega t - 2\pi \frac{d_1}{\lambda} \right)$$

- Phương trình dao động tại M do sóng truyền từ S_2 đến:

$$u_{2M} = A \cos \left(\omega t - 2\pi \frac{d_2}{\lambda} \right)$$

- Độ lệch pha giữa hai dao động tại M: $\Delta \varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda}$.

Chọn đáp án **B**.

Ví dụ 2: Cần rung trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước dao động với chu kỳ $T = 0,5s$. M là một điểm trên mặt nước cách hai mũi nhọn S_1, S_2 lần lượt $d_1 = 20cm$ và $d_2 = 15cm$. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước là $v = 0,8m/s$. Dao động tại M do S_1 truyền tới.

A. Sớm pha hơn dao động tại M do S_2 truyền tới góc $\frac{\pi}{2}$

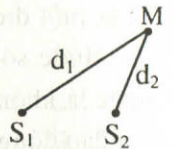
B. Trễ pha hơn dao động tại M do S_2 truyền tới góc $\frac{\pi}{2}$

C. Sớm pha hơn dao động tại M do S_2 truyền tới góc $\frac{\pi}{4}$

D. Trễ pha hơn dao động tại M do S_2 truyền tới góc $\frac{\pi}{4}$

Giải

Độ lệch pha của hai dao động tại M



$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \text{ với } \lambda = v.T = 80.0,5 = 40 \text{ (cm)}$$

$$\text{Nên: } \Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 2\pi \frac{15 - 20}{40} = -\frac{\pi}{4} < 0$$

→ $\varphi_1 < \varphi_2$: Dao động tại M do S_1 truyền tới trễ pha hơn dao động tại M do S_2 truyền tới góc $\frac{\pi}{4}$. Chọn đáp án **D**.

Ví dụ 3: Tại hai điểm S_1, S_2 trên mặt nước có hai nguồn dao động kết hợp và

$$\text{ngược pha: } \begin{cases} u_{S_1} = A_1 \cos \omega t \\ u_{S_2} = A_2 \cos(\omega t - \pi) \end{cases}$$

M là một điểm trên mặt nước trong vùng giao thoa cách S_1, S_2 lần lượt d_1 và d_2 . Bước sóng trên mặt nước là λ . Cho rằng biên độ sóng truyền trên mặt nước là không đổi và bằng biên độ của nguồn. Độ lệch pha $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$ của hai dao động tại M do hai sóng truyền từ S_1, S_2 tới là:

$$\text{A. } \Delta\varphi = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda}$$

$$\text{B. } \Delta\varphi = \pi \frac{d_2 + d_1}{\lambda}$$

$$\text{C. } \Delta\varphi = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \pi$$

$$\text{D. } \Delta\varphi = \pi \frac{d_2 + d_1}{\lambda} + \pi$$

Giải

Hai dao động tại M do hai sóng truyền từ S_1, S_2 đến:

$$\begin{cases} u_{1M} = A_1 \cos\left(\omega t - 2\pi \frac{d_1}{\lambda}\right) \\ u_{2M} = A_2 \cos\left(\omega t + \pi - 2\pi \frac{d_2}{\lambda}\right) \end{cases}$$

$$\text{Độ lệch pha của hai dao động tại M: } \Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \pi$$

Chú ý:

$$\text{Nếu } \begin{cases} u_{S_1} = A_1 \cos \omega t \\ u_{S_2} = A_2 \cos(\omega t + \pi) \end{cases} \text{ thì } \Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} - \pi$$

Ví dụ 4: Tại hai điểm S_1, S_2 trên mặt nước có hai nguồn kết hợp dao động ngược pha: $u_{S_1} = A_1 \cos 10\pi t$

$$u_{S_2} = A_2 \cos(10\pi t + \pi)$$

M là một điểm trên mặt nước trong vùng giao thoa cách S_1, S_2 lần lượt $d_1 = 14\text{cm}$, $d_2 = 20\text{cm}$. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước là $v = 0,5 \text{ m/s}$. Độ lệch pha $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$ của hai dao động tại M do hai sóng truyền từ S_1, S_2 đến là:

$$\text{A. } \Delta\varphi = +\frac{\pi}{5} \quad \text{B. } \Delta\varphi = -\frac{\pi}{5} \quad \text{C. } \Delta\varphi = +\frac{\pi}{4} \quad \text{D. } \Delta\varphi = -\frac{\pi}{4}$$

Giải

Hai dao động tại M do S_1, S_2 truyền tới là:

$$u_{1M} = A_1 \cos\left(10\pi t - 2\pi \frac{d_1}{\lambda}\right); \quad u_{2M} = A_2 \cos\left(10\pi t + \pi - 2\pi \frac{d_2}{\lambda}\right)$$

$$\text{Độ lệch pha của hai dao động tại M: } \Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} - \pi$$

$$\text{Với } \begin{cases} T = \frac{2\pi}{10\pi} = 0,2 \text{ (s)} \\ \lambda = v.T = 0,5.0,2 = 0,1 \text{ (m)} = 10 \text{ (cm)} \end{cases}, \text{ nên: } \Delta\varphi = 2\pi \frac{20 - 14}{10} - \pi = \frac{\pi}{5}$$

Chọn đáp án **A**.

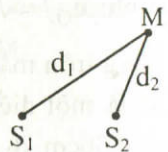
Ghi nhớ:

- a. Nếu hai nguồn S_1, S_2 dao động cùng pha thì: $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda}$
b. Nếu hai nguồn S_1, S_2 dao động ngược pha thì: $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \pm \pi$

Dạng 2. BIÊN ĐỘ DAO ĐỘNG TỔNG HỢP TẠI MỘT ĐIỂM TRONG VÙNG GIAO THOA

Nếu: $u_{S_1} = u_{S_2} = A \cos \omega t$ thì biên độ dao động tổng hợp tại

điểm M trong vùng giao thoa: $A_M = 2A \left| \cos \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \right|$



Ví dụ 1: Tại hai điểm S_1, S_2 trên mặt nước có hai nguồn dao động giống hệt nhau với phương trình: $u_{S_1} = u_{S_2} = 5 \cos(5\pi t) \text{ (mm)}$. M là một điểm trên mặt nước trong vùng giao thoa cách S_1, S_2 lần lượt $d_1 = 16\text{cm}$, $d_2 = 19\text{cm}$. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước là $v = 0,45\text{m}$. Cho rằng sóng truyền đi với biên độ không đổi. Biên độ dao động tổng hợp tại M là:

$$\text{A. } A_M = 5\text{mm} \quad \text{B. } A_M = 10\text{mm} \quad \text{C. } A_M = 5\sqrt{2} \text{ mm} \quad \text{D. } A_M = 5\sqrt{3} \text{ mm}$$

Giải

$$T = \frac{2\pi}{5\pi} = 0,4\text{s}; \quad \lambda = v.T = 0,45.0,4 = 0,18 \text{ (m)} = 18 \text{ (cm)}$$

$$A_M = 2A \left| \cos \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \right| = 2.5 \left| \cos \pi \frac{19 - 16}{18} \right| = 10 \left| \cos \pi \frac{\pi}{6} \right| = 5\sqrt{3} \text{ (mm)}$$

Chọn đáp án **D**.

Ví dụ 2: Tại S_1, S_2 trên mặt nước có hai nguồn kết hợp cùng biên độ A . M là một điểm trong vùng giao thoa của hai sóng. Hai dao động tại M do hai sóng truyền tới lệch pha nhau góc $\Delta\varphi$. Cho rằng biên độ sóng không đổi. Biên độ dao động tổng hợp tại M :

A. $A_M = 2A \left| \cos \frac{\Delta\varphi}{2} \right|$ B. $A_M = 2A |\cos \Delta\varphi|$

C. $A_M = 2A |\cos 2\Delta\varphi|$ D. $A_M = A^2 \left| \cos \frac{\Delta\varphi}{2} \right|$

Giải

Áp dụng công thức tính biên độ dao động tổng hợp:

$$A_M^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1) \quad [\text{Công thức 5.1 – trang 23 – SGK 12}]$$

Với $\begin{cases} A_1 = A_2 = A \\ \varphi_2 - \varphi_1 = \Delta\varphi \end{cases}$ Nên: $A_M^2 = A^2 + A^2 + 2A^2 \cos \Delta\varphi = 2A^2(1 + \cos \Delta\varphi)$

Mà: $1 + \cos \Delta\varphi = 2 \cos^2 \frac{\Delta\varphi}{2}$ nên: $A_M^2 = 4A^2 \cos^2 \frac{\Delta\varphi}{2}$

$$A_M = 2A \left| \cos \frac{\Delta\varphi}{2} \right| \quad \text{Chọn đáp án A.}$$

Ví dụ 3: Tại hai điểm O_1, O_2 trên mặt nước có hai nguồn kết hợp với phương trình: $u_{O_1} = \sqrt{2} \cos 8\pi t$ (cm); $u_{O_2} = \sqrt{2} \cos(8\pi t - \pi)$ (cm)

Sóng trên mặt nước truyền đi với vận tốc 2m/s. Coi biên độ sóng không đổi. M là một điểm trên mặt nước trong vùng có giao thoa cách O_1, O_2 lần lượt $d_1 = 36\text{cm}, d_2 = 23,5\text{cm}$. Biên độ dao động tổng hợp tại M là:

A. $A_M = 2\sqrt{2}$ cm B. $A_M = 2\text{cm}$ C. $A_M = 3\text{cm}$ D. $A_M = \sqrt{3}$ cm

Giải

Hai phương trình dao động tại M do hai sóng truyền tới:

$$u_{1M} = \sqrt{2} \cos \left(8\pi t - 2\pi \frac{d_1}{\lambda} \right); \quad u_{2M} = \sqrt{2} \cos \left(8\pi t - \pi - 2\pi \frac{d_2}{\lambda} \right)$$

Độ lệch pha của hai dao động tại M : $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \pi$

Với $\begin{cases} T = \frac{2\pi}{8\pi} = 0,25 \text{ (s)} \\ \lambda = v.T = 2.0,25 = 0,5 \text{ (m)} = 50 \text{ (cm)} \end{cases}$, nên: $\Delta\varphi = 2\pi \cdot \frac{23,5 - 36}{50} + \pi = \frac{\pi}{2}$

Biên độ dao động tổng hợp tại M : $A_M = 2A \left| \cos \frac{\Delta\varphi}{2} \right| = 2\sqrt{2} \left| \cos \frac{\pi}{4} \right| = 2 \text{ (cm)}$

Chọn đáp án B.

Ví dụ 4: Tại hai điểm S_1, S_2 trên mặt nước có hai nguồn dao động kết hợp ngược pha, cùng biên độ $\sqrt{3}$ cm. Bước sóng của sóng truyền trên mặt nước là 0,3m. Coi biên độ sóng truyền đi không đổi. Biên độ dao động tổng hợp tại điểm M trên mặt nước cách S_1, S_2 lần lượt $d_1 = 50\text{cm}, d_2 = 40\text{cm}$ là:

A. $A_M = 1\text{cm}$ B. $A_M = 2\text{cm}$ C. $A_M = 3\text{cm}$ D. $A_M = 4\text{cm}$

Giải

S_1, S_2 là hai nguồn kết hợp ngược pha nên độ lệch pha của hai dao động tại điểm M :

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \pm \pi = 2\pi \frac{0,4 - 0,5}{0,3} \pm \pi = \frac{\pi}{3} \text{ hoặc } -\frac{5\pi}{3}$$

$$A_M = 2A \left| \cos \frac{\Delta\varphi}{2} \right| = \begin{cases} 2\sqrt{3} \left| \cos \frac{\pi}{6} \right| = 3 \text{ (cm)} \\ 2\sqrt{3} \left| \cos \left(-\frac{5\pi}{6} \right) \right| = 3 \text{ (cm)} \end{cases}$$

Chọn đáp án C.

Dạng 3. PHƯƠNG TRÌNH DAO ĐỘNG TỔNG HỢP CỦA HAI SÓNG KẾT HỢP

Nếu phương trình dao động của hai nguồn kết hợp là: $u_1 = u_2 = A \cos \omega t$ thì phương trình dao động tổng hợp do hai sóng tạo ra tại một điểm M :

$$u_M = 2A \cos \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \cdot \cos \left(\omega t - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} \right)$$

Ví dụ: Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp giống hệt nhau với phương trình dao động: $u_1 = u_2 = 2 \cos 10\pi t$ (cm). Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 5m/s. Cho rằng biên độ sóng không thay đổi. Phương trình dao động tổng hợp tại M trên mặt nước cách hai nguồn khoảng $d_1 = 40\text{cm}$ và $d_2 = 15\text{cm}$ là:

A. $u_M = 2 \cos \left(10\pi t - \frac{\pi}{2} \right)$ (cm) B. $u_M = 2 \cos \left(10\pi t - \frac{\pi}{4} \right)$ (cm)

C. $u_M = 2\sqrt{2} \cos \left(10\pi t - \frac{\pi}{2} \right)$ (cm) D. $u_M = 2\sqrt{2} \cos(10\pi t - 0,55\pi)$ (cm)

Giải

$$T = \frac{2\pi}{10\pi} = 0,2\text{s}; \quad \lambda = v.T = 5.0,2 = 1 \text{ (m)}$$

$$u_M = 2A \cos \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \cdot \cos \left(\omega t - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} \right)$$

$$= 2.2 \cos \pi \frac{0,15 - 0,4}{1} \cdot \cos \left(10\pi t - \pi \frac{0,4 + 0,15}{1} \right)$$

$$= 4 \cos(-0,25\pi) \cdot \cos(10\pi t - 0,55\pi) = 2\sqrt{2} \cos(10\pi t - 0,55\pi) \text{ (cm)}$$

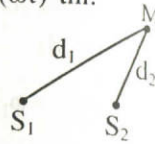
Chọn đáp án D.

Dạng 4. VỊ TRÍ CỰC ĐẠI – CỰC TIỂU GIAO THOA

Nếu hai nguồn kết hợp S_1, S_2 dao động cùng pha: $u_{S_1} = u_{S_2} = A \cos(\omega t)$ thì:

a. Vị trí các cực đại giao thoa: $d_2 - d_1 = k\lambda$ ($k = 0; \pm 1; \dots$)

b. Vị trí các cực tiểu giao thoa: $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$ ($k = 0; \pm 1; \dots$)



Ví dụ 1: Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp cùng pha cùng chu kỳ $T = 0,4s$, tốc độ truyền sóng trên mặt nước là $v = 0,8m/s$. Gọi M, N, P, Q là bốn điểm trên mặt nước nằm trong vùng giao thoa có hiệu khoảng cách từ mỗi điểm đến hai nguồn (tức $d_2 - d_1$) cho bởi bảng sau:

Điểm	M	N	P	Q
$d_2 - d_1$ (cm)	20	40	60	80

Điểm tại đó có cực tiểu giao thoa là:

- A. M B. N C. P D. Q

Giải

$$\lambda = v.T = 0,8.0,4 = 0,32 \text{ (m)} = 32 \text{ (cm)}$$

Xét bảng sau:

Điểm	M	N	P	Q
$d_2 - d_1$ (cm)	20	40	60	80
$\frac{d_2 - d_1}{\lambda}$	0,625	1,25	1,875	2,5

Qua bảng ta thấy điểm Q có:

$$\frac{d_2 - d_1}{\lambda} = 2,5 \rightarrow d_2 - d_1 = 2,5\lambda = \left(2 + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

Vậy tại Q có cực tiểu giao thoa. Chọn đáp án D.

Ví dụ 2: Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp ngược pha: $u_1 = A \cos \omega t$

$$u_2 = A \cos(\omega t + \pi)$$

Bước sóng truyền trên mặt nước là λ .

Vị trí các cực đại giao thoa được xác định bằng biểu thức:

- A. $d_2 - d_1 = k\lambda$ B. $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$

C. $d_2 - d_1 = k \frac{\lambda}{2}$

D. $d_2 - d_1 = (2k + 1)\lambda$

(với $k = 0; \pm 1; \dots$)

Giải

Biên độ dao động tổng hợp tại M:

$$A_M = 2A \left| \cos \frac{\Delta \varphi}{2} \right|$$

$$A_M: \max \Leftrightarrow \left| \cos \frac{\Delta \varphi}{2} \right| = 1 \Leftrightarrow \frac{\Delta \varphi}{2} = k\pi \rightarrow \Delta \varphi = 2k\pi$$

$$\text{Với } \Delta \varphi = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} - \pi$$

$$\text{Nên: } 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} - \pi = 2k\pi \Rightarrow d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda. \text{ Chọn đáp án B.}$$

Ví dụ 3: Hai nguồn kết hợp ngược pha: $u_1 = A \cos \omega t$

$$u_2 = A \cos(\omega t - \pi)$$

Bước sóng trên mặt nước là λ .

Vị trí các cực tiểu giao thoa được xác định bằng biểu thức:

A. $d_2 - d_1 = k\lambda$ B. $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$

C. $d_2 - d_1 = k \frac{\lambda}{2}$

D. $d_2 - d_1 = (2k + 1)\lambda$

($k = 0; \pm 1; \dots$)

Giải

$$A_M = 2A \left| \cos \frac{\Delta \varphi}{2} \right|$$

$$A_M: \min \Leftrightarrow \cos \frac{\Delta \varphi}{2} = 0 \Leftrightarrow \frac{\Delta \varphi}{2} = \frac{\pi}{2} + k\pi \text{ (} k = 0; \pm 1; \dots \text{)} \rightarrow \Delta \varphi = \pi + 2k\pi$$

$$\text{Mà: } \Delta \varphi = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \pi, \text{ nên: } 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \pi = \pi + 2k\pi \Rightarrow d_2 - d_1 = k\lambda.$$

Chọn đáp án A.

Ví dụ 4: Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp: $u_1 = A \cos(40\pi t)$

$$u_2 = A \cos(40\pi t - \pi)$$

Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là $30cm/s$.

M là một điểm trên mặt nước có cực tiểu giao thoa khi hiệu khoảng cách:

A. $d_2 - d_1 = 6,75 \text{ (cm)}$

B. $d_2 - d_1 = -4,5cm$

C. $d_2 - d_1 = -3,5cm$

D. $d_2 - d_1 = 1,8cm$

Giải

Có: $T = \frac{2\pi}{40\pi} = 0,05 \text{ (s)}$; $\lambda = v.T = 30.0,05 = 1,5 \text{ (cm)}$

Ta có bảng:

$d_2 - d_1 \text{ (cm)}$	6,75	-4,5	-3,5	1,8
$\frac{d_2 - d_1}{\lambda}$	4,5	-3	-2,3	1,2

Qua bảng ta có: $\frac{d_2 - d_1}{\lambda} = -3 \rightarrow d_2 - d_1 = -3\lambda$

Vậy tại điểm có $d_2 - d_1 = -4,5 \text{ (cm)}$ có cực tiểu giao thoa. Chọn đáp án B.

Ghi nhớ:

a. Hai nguồn dao động cùng pha:

- Vị trí cực đại giao thoa: $d_2 - d_1 = k\lambda$
- Vị trí cực tiểu giao thoa: $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$

b. Hai nguồn dao động ngược pha:

- Vị trí cực đại giao thoa: $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$
- Vị trí cực tiểu giao thoa: $d_2 - d_1 = k\lambda$

Dạng 5. TÌM SỐ VÂN GIAO THOA

Xét trường hợp hai nguồn kết hợp S_1, S_2 cùng pha.

a. Nếu M là một điểm nằm trên vân giao thoa cực đại thì:

$$d_2 - d_1 = k\lambda \quad (k = 0; \pm 1; \dots) \quad (1)$$

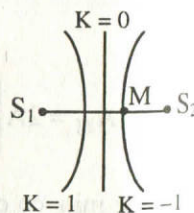
Nếu M nằm trên đoạn nối S_1, S_2 thì:

$$d_2 + d_1 = S_1 S_2 \quad (2)$$

(1) và (2) cho: $d_2 = k \frac{\lambda}{2} + \frac{S_1 S_2}{2}$ mà $0 < d_2 < S_1 S_2$

Nên: $0 < k \frac{\lambda}{2} + \frac{S_1 S_2}{2} < S_1 S_2$

Số vân giao thoa cực đại là số giá trị K cho bởi: $-\frac{S_1 S_2}{2} < k < \frac{S_1 S_2}{2}$



b. Nếu M là một điểm nằm trên vân giao thoa cực tiểu thì:

$$d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda \quad (3)$$

Nếu M nằm trên đường nối S_1, S_2 thì:

$$d_2 + d_1 = S_1 S_2 \quad (4)$$

(3) và (4) cho: $d_2 = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{2} + \frac{S_1 S_2}{2}$ mà $0 < d_2 < S_1 S_2$

Nên: $0 < \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{2} + \frac{S_1 S_2}{2} < S_1 S_2$

Số vân giao thoa cực đại là số giá trị k cho bởi: $-\frac{S_1 S_2}{2} - \frac{1}{2} < k < \frac{S_1 S_2}{2} - \frac{1}{2}$

Ví dụ 1: Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp cùng pha: $u_1 = u_2 = A \cos(20\pi t)$

Hai nguồn cách nhau khoảng $l = 10 \text{ cm}$. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là $v = 30 \text{ cm/s}$. Số vân giao thoa cực đại quan sát được nằm giữa hai nguồn là:

- A. N = 5 B. N = 6 C. N = 7 D. N = 8

Giải

Gọi M là giao điểm của vân giao thoa cực đại với đoạn thẳng nối hai nguồn.

Ta có: $\begin{cases} d_2 - d_1 = k\lambda \\ d_2 + d_1 = l \end{cases} \Rightarrow d_2 = k \frac{\lambda}{2} + \frac{l}{2}$

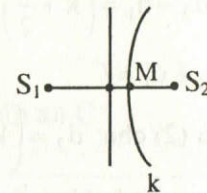
Với $0 < d_2 = k \frac{\lambda}{2} + \frac{l}{2} < l \Rightarrow -\frac{l}{\lambda} < k < \frac{l}{\lambda}$

Với $\begin{cases} T = \frac{2\pi}{20\pi} = 0,1 \text{ (s)} \\ \lambda = v.T = 30.0,1 = 3 \text{ (cm)} \end{cases}$

Nên: $-\frac{10}{3} < k < \frac{10}{3} \Rightarrow -3,3 < k < 3,3$

$k = -3, \dots, 0, \dots, 3$: có 7 giá trị.

Vậy có 7 vân giao thoa cực đại. Chọn đáp án C.



Ví dụ 2: Trong thí nghiệm giao thoa trên mặt nước, hai mũi nhọn S_1, S_2 của cầu rung cách nhau 20cm. Cầu rung dao động với tần số 10Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là $v = 0,5 \text{ cm/s}$. Số điểm cực tiểu giao thoa trên đoạn thẳng nối hai nguồn S_1, S_2 là:

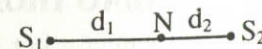
- A. N = 8 B. N = 7 C. N = 9 D. N = 10

Giải

Gọi N là điểm cực tiểu giao thoa trên S_1, S_2 , ta có:

$$\begin{cases} d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda \\ d_2 + d_1 = S_1 S_2 \end{cases} \Rightarrow d_2 = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{2} + \frac{S_1 S_2}{2}$$

Với $0 < d_2 = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{2} + \frac{S_1 S_2}{2} < S_1 S_2$



$$-\frac{S_1 S_2}{\lambda} - \frac{1}{2} < k < \frac{S_1 S_2}{\lambda} - \frac{1}{2} \quad \text{với } \lambda = \frac{v}{f} = \frac{50}{10} = 5 \text{ (cm)}$$

$$\text{Nên: } -\frac{20}{5} - \frac{1}{2} < k < \frac{20}{5} - \frac{1}{2} \Rightarrow -4,5 < k < 3,5$$

$k = -4, \dots, 0, \dots, 3$: có tất cả 8 điểm cực tiểu giao thoa trên S_1, S_2 .

Chọn đáp án A.

Ví dụ 3: Tại hai điểm S_1, S_2 trên mặt nước cách nhau $l = 15\text{cm}$ có hai nguồn dao động ngược pha: $u_1 = A\cos(10\pi t)$

$$u_2 = A\cos(10\pi t - \pi)$$

Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là $v = 0,4\text{m/s}$. Số điểm dao động với biên độ lớn nhất giữa hai nguồn dao động là:

- A. $N = 6$ B. $N = 3$ C. $N = 5$ D. $N = 4$

Giải

Vì hai nguồn dao động ngược pha nên điểm M, dao động với biên độ lớn nhất

$$\text{khi: } d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda \quad (1)$$

$$\text{Và } d_2 + d_1 = l \quad (2)$$

$$(1) \text{ và } (2) \text{ cho: } d_2 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} + \frac{l}{2}$$

$$\text{Với: } 0 < d_2 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} + \frac{l}{2} < l \Rightarrow -\frac{l}{2} - \frac{1}{2} < k < \frac{l}{2} - \frac{1}{2}$$

$$\text{Với } \begin{cases} T = \frac{2\pi}{10\pi} = 0,2 \text{ (s)} \\ \lambda = v.T = 40.0,2 = 8 \text{ (cm)} \end{cases}$$

$$-\frac{15}{8} - \frac{1}{2} < k < \frac{15}{8} - \frac{1}{2} \Rightarrow -2,375 < k < 1,375$$

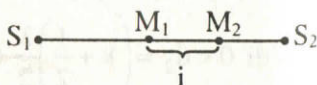
$k = -2; \dots, 0, 1$: có 4 điểm dao động với biên độ lớn nhất.

Chọn đáp án D.

Dạng 6. KHOẢNG CÁCH GIỮA HAI ĐIỂM CỰC ĐẠI (HAY CỰC TIỂU) GIAO THOA LIÊN TIẾP TRÊN ĐƯỜNG NỐI HAI NGUỒN

Nếu hai nguồn kết hợp S_1, S_2 dao động cùng pha thì vị trí hai điểm cực đại giao thoa liên tiếp M_1, M_2 trên đoạn nối hai nguồn S_1, S_2 được xác định bởi:

$$S_1 M_1 = k \frac{\lambda}{2} + \frac{S_1 S_2}{2}; \quad S_1 M_2 = (k+1) \frac{\lambda}{2} + \frac{S_1 S_2}{2}$$



$$\text{Khoảng cách } M_1 - M_2 \text{ là: } i = S_1 M_2 - S_1 M_1 = \frac{\lambda}{2}$$

Kết quả này cũng đúng cho hai điểm cực tiểu giao thoa liên tiếp hoặc hai nguồn kết hợp S_1, S_2 dao động ngược pha.

Ví dụ 1: Thực hiện thí nghiệm giao thoa trên mặt nước với hai nguồn kết hợp cùng pha có chu kỳ 0,3s. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 40cm/s. Khoảng cách hai điểm cực tiểu giao thoa liên tiếp trên đường nối hai nguồn là

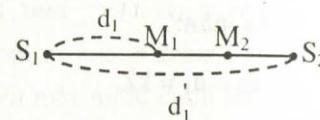
- A. $i = 12\text{cm}$ B. $i = 8\text{cm}$ C. $i = 6\text{cm}$ D. $i = 10\text{cm}$

Giải

Hai điểm cực tiểu giao thoa liên tiếp M_1, M_2 cách nguồn S_1 lần lượt:

$$d_1 = S_1 M_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{\lambda}{2} + \frac{S_1 S_2}{2}$$

$$d'_1 = S_1 M_2 = \left[(k+1) + \frac{1}{2}\right] \cdot \frac{\lambda}{2} + \frac{S_1 S_2}{2}$$



$$\text{Khoảng cách hai điểm: } i = M_1 M_2 = d'_1 - d_1 = \frac{\lambda}{2}$$

Với $\lambda = v.T = 40.0,3 = 12 \text{ (cm)}$ nên $i = 6 \text{ (cm)}$. Chọn đáp án C.

Ghi nhớ:

- Hai điểm cực đại hoặc cực tiểu giao thoa liên tiếp trên đường nối hai nguồn cách nhau $\frac{\lambda}{2}$.
- Hai điểm cực đại và cực tiểu giao thoa liên tiếp trên đường nối hai nguồn cách nhau $\frac{\lambda}{4}$.

Ví dụ 2: Trên mặt nước đang có các vân giao thoa ta đếm được có tất cả 7 đường chứa các điểm dao động với biên độ cực đại. Khoảng cách giữa hai đỉnh của hai đường nằm ngoài cùng là 3cm. Biết hai nguồn cùng dao động với tần số 20Hz. Tốc độ truyền sóng là:

- A. $v = 20\text{cm/s}$ B. $v = 10\text{cm/s}$ C. $v = 5\text{cm/s}$ D. $v = 40\text{cm/s}$

Giải

$$\text{Giữa 7 đường có 6 khoảng vân } i \text{ nên: } i = \frac{3}{6} = 0,5 \text{ (cm)}$$

$$\text{Với: } i = \frac{\lambda}{2} = \frac{v}{2f} \Rightarrow v = 2.i.f = 2.0,5.20 = 20 \text{ (cm/s)}.$$

Chọn đáp án A.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

13.1. Hai kết hợp là hai nguồn dao động

- A. cùng biên độ, cùng chu kỳ, cùng phương.
- B. cùng phương, cùng tần số, hiệu số pha không đổi theo thời gian.
- C. cùng biên độ, cùng tần số, hiệu số pha không đổi theo thời gian.
- D. cùng biên độ, cùng phương, hiệu số pha không đổi theo thời gian.

13.2. Hai nguồn đồng bộ là hai nguồn kết hợp

- A. cùng biên độ
- B. cùng tần số
- C. cùng pha
- D. cùng phương

13.3. Nếu hai nguồn kết hợp cùng pha, thì những điểm tại đó dao động có biên độ cực đại là những điểm mà hiệu đường đi của hai sóng từ nguồn truyền tới thỏa mãn:

- A. $d_2 - d_1 = k\lambda$
- B. $d_2 - d_1 = k \frac{\lambda}{2}$
- C. $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$
- D. $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2}$

(với $k = 0; \pm 1; \dots$)

13.4. Nếu hai nguồn kết hợp dao động cùng pha thì biên độ dao động tổng hợp của hai sóng truyền tới điểm M cho bởi:

- A. $A_M = A \left| \cos \frac{2\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \right|$
- B. $A_M = 2A \left| \cos \frac{2\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \right|$
- C. $A_M = 2A \left| \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \right|$
- D. $A_M = A \left| \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \right|$

13.5. Hai nguồn kết hợp dao động ngược pha, những điểm tại đó dao động có biên độ cực đại là những điểm mà hiệu đường đi của hai sóng từ nguồn truyền tới là:

- A. $d_2 - d_1 = k \frac{\lambda}{2}$
- B. $d_2 - d_1 = k\lambda$
- C. $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2}$
- D. $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$

13.6. Tại hai điểm S_1, S_2 trên mặt nước có hai nguồn kết hợp cùng pha, cùng tần số $f = 20\text{Hz}$. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là $v = 30\text{cm/s}$. Độ lệch pha của hai sóng tại điểm M trên mặt nước cách hai nguồn lần lượt $d_1 = 12\text{cm}$, $d_2 = 13\text{cm}$ là:

- A. $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{3}\text{Rad}$
- B. $\Delta\varphi = \frac{4\pi}{3}\text{Rad}$
- C. $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2}\text{Rad}$
- D. $\Delta\varphi = \frac{3\pi}{4}\text{Rad}$

13.7. Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp dao động ngược pha:

$$u_1 = A\cos 20\pi t$$

$$u_2 = A\cos(20\pi t + \pi)$$

Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là $0,5\text{m/s}$. M một điểm trên mặt nước cách hai nguồn lần lượt $d_1 = 15\text{cm}$ và $d_2 = 18\text{cm}$. Độ lệch pha của hai sóng tại M là:

- A. $\Delta\varphi = \frac{\pi}{5}\text{Rad}$
- B. $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{3}\text{Rad}$
- C. $\Delta\varphi = \frac{6\pi}{5}\text{Rad}$
- D. $\Delta\varphi = \frac{3\pi}{2}\text{Rad}$

13.8. Trong thí nghiệm giao thoa trên mặt nước, biên độ sóng truyền đi không đổi và bằng 1cm . tại điểm M trên mặt nước hai sóng truyền từ hai nguồn đến lệch pha nhau $\frac{2\pi}{3}\text{rad}$. Biên độ sóng tổng hợp tại M là:

- A. $A_M = 2\text{cm}$
- B. $A_M = 0,5\text{cm}$
- C. $A_M = 1,5\text{cm}$
- D. $A_M = 1\text{cm}$.

13.9. Hai nguồn kết hợp trên mặt nước có phương trình $u_1 = u_2 = 2\cos(20\pi t)(\text{cm})$. Tốc độ truyền sóng là $0,4\text{m/s}$. M là một điểm trên mặt nước cách hai nguồn lần lượt 15cm và 12cm . Biên độ sóng tổng hợp tại M là

- A. $A_M = \sqrt{3}\text{cm}$
- B. $A_M = 2\sqrt{2}\text{cm}$
- C. $A_M = \sqrt{2}\text{cm}$
- D. $A_M = 3\sqrt{3}\text{cm}$

13.10. Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp ngược pha cùng biên độ $\sqrt{2}\text{cm}$. Bước sóng là $0,3\text{m}$. M là một điểm trên mặt nước cách hai nguồn lần lượt 7cm và 12cm . Biên độ dao động tổng hợp tại M là

- A. $A_M = 2\sqrt{2}\text{cm}$
- B. $A_M = 2\text{cm}$
- C. $A_M = \sqrt{2}\text{cm}$
- D. $A_M = 1\text{cm}$

13.11. Hai nguồn kết hợp trên mặt nước có phương trình $u_1 = u_2 = \sqrt{3}\cos(8\pi t)(\text{cm})$. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 48cm/s . M là một điểm trên mặt nước cách hai nguồn lần lượt 20cm và 18cm . Phương trình dao động tổng hợp tại M là

- A. $u_M = 3\cos\left(8\pi t - \frac{7\pi}{6}\right)(\text{cm})$
- B. $u_M = 2\cos\left(8\pi t - \frac{\pi}{2}\right)(\text{cm})$
- C. $u_M = 3\cos\left(8\pi t - \frac{\pi}{4}\right)(\text{cm})$
- D. $u_M = 2\cos\left(8\pi t - \frac{\pi}{6}\right)(\text{cm})$

13.12. Hai nguồn kết hợp S_1, S_2 trên mặt nước dao động giống nhau:

$$u_1 = u_2 = A\cos(\omega t)$$

Một điểm nằm trên đường trung trực của S_1S_2 dao động với biên độ

- A. $A_M = 0$
- B. $A_M = A$
- C. $A_M = \frac{A}{2}$
- D. $A_M = 2A$

13.13. Hai nguồn kết hợp S_1, S_2 trên mặt nước dao động ngược pha:

$$u_1 = A\cos(\omega t)$$

$$u_2 = A\cos(\omega t - \pi)$$

Điểm nằm trên đường trung trực của S_1S_2 dao động với biên độ

- A. $A_M = 0$
- B. $A_M = A$
- C. $A_M = 2A$
- D. $A_M = 3A$

13.14. Hai nguồn kết hợp S_1, S_2 trên mặt nước dao động với phương trình:

$$u_1 = A \cos(\omega t) \quad u_2 = A \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

Trung điểm O của S_1S_2 dao động với biên độ tổng hợp

A. $A_0 = 0$ B. $A_0 = A$ C. $A_0 = A\sqrt{2}$ D. $A_0 = 2A$

13.15. Trong thí nghiệm giao thoa trên mặt nước, hai nguồn kết hợp ngược pha có phương trình:

$$u_1 = 2 \cos(20\pi t) \text{ (cm)} \quad u_2 = 2 \cos(20\pi t + \pi) \text{ (cm)}$$

Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 0,4 m/s. M là một điểm trên mặt nước cách hai nguồn lần lượt 6cm và 7cm. Phương trình dao động tổng hợp tại M là

A. $u_M = 4 \cos(20\pi t - \frac{\pi}{4}) \text{ (cm)}$ B. $u_M = 2\sqrt{2} \cos(20\pi t - \frac{3\pi}{4}) \text{ (cm)}$
C. $u_M = 4 \cos(20\pi t + \frac{\pi}{4}) \text{ (cm)}$ D. $u_M = 2\sqrt{2} \cos(20\pi t + \frac{3\pi}{4}) \text{ (cm)}$

13.16. Hai nguồn kết hợp S_1, S_2 trên mặt nước giống hệt nhau. Bước sóng truyền trên mặt nước là 4cm. M là một điểm nằm trên mặt nước cách S_1, S_2 lần lượt 16cm và 10cm. Kể từ đường trung trực của S_1S_2 , điểm M nằm trên vân giao thoa

A. cực đại thứ nhất B. cực đại thứ hai
C. cực tiểu thứ nhất D. cực tiểu thứ hai

13.17. Hai nguồn kết hợp O_1, O_2 trên mặt nước có phương trình dao động:

$$u_1 = u_2 = A \cos(5\pi t)$$

Vận tốc truyền sóng là 15cm/s. M là một điểm trên mặt nước cách O_1, O_2 lần lượt $O_1M = 16\text{cm}$ và $O_2M = 25\text{cm}$. Kể từ đường trung trực của O_1O_2 điểm M nằm trên vân giao thoa

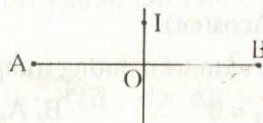
A. cực tiểu thứ nhất B. cực tiểu thứ hai
C. cực đại thứ nhất D. cực đại thứ hai

13.18. Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp A và B cách nhau 20cm với phương trình dao động: $u_A = u_B = \cos \omega t \text{ (cm)}$

Bước sóng $\lambda = 8\text{cm}$. Biên độ sóng không đổi. Gọi I là một điểm trên đường trung trực của AB dao động cùng pha với các nguồn A, B và gần trung điểm O của AB nhất (hình vẽ).

Khoảng cách OI đo được là

A. $OI = 0$ B. $OI = \sqrt{156} \text{ cm}$
C. $OI = \sqrt{125} \text{ cm}$ D. $OI = 15\text{cm}$



13.19. Hai nguồn kết hợp S_1, S_2 trên mặt nước cách nhau khoảng l có cùng phương trình dao động: $u_1 = u_2 = A \cos(\omega t)$

Bước sóng truyền trên mặt nước là λ . Để trung điểm I của S_1S_2 dao động (tổng hợp) cùng pha với hai nguồn thì khoảng cách hai nguồn là

A. $l = k\lambda$ B. $l = k \frac{\lambda}{2}$ C. $l = 2k\lambda$ D. $l = k \frac{\lambda}{4}$

(với $k = 1, 2, 3, \dots$)

13.20. Hai nguồn kết hợp S_1, S_2 trên mặt nước cách nhau 20cm cùng dao động với phương trình: $u_1 = u_2 = A \cos(10\pi t)$. Vận tốc truyền sóng là 0,23m/s. Số điểm dao động cực đại nằm trên đoạn S_1S_2 là

A. 5 B. 9 C. 12 D. 7

13.21. Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp cùng pha S_1, S_2 cách nhau 10,75cm phát ra hai sóng cùng biên độ, cùng tần số góc 20rad/s. Tốc độ truyền sóng là 3,18cm/s. Lấy $\frac{1}{\pi} \approx 0,318$. Số điểm dao động cực tiểu trên S_1, S_2 là

A. 18 B. 20 C. 22 D. 16

13.22. Trên mặt nước có các vân giao thoa của hai nguồn kết hợp S_1, S_2 cùng pha. Bước sóng là 8cm. Khoảng cách từ đường trung trực của S_1S_2 đến vân giao thoa cực tiểu đầu tiên (kể từ đường trung trực) dọc theo S_1S_2 là

A. 4cm B. 8cm C. 6cm D. 2cm

13.23. Khoảng cách giữa 4 vân giao thoa cực đại liên tiếp dọc theo đường nối hai nguồn kết hợp là 4,5cm. Biết tốc độ truyền sóng là 24cm/s. Tần số dao động của nguồn là

A. $f = 8\text{Hz}$ B. $f = 16\text{Hz}$ C. $f = 72\text{Hz}$ D. $f = 10,67\text{Hz}$

HƯỚNG DẪN GIẢI

13.1. Đáp án B

13.2. Đáp án C

13.3. Đáp án A

13.4. Đáp án C

13.5. Đáp án D

13.6. Đáp án B

Độ lệch pha: $\Delta\varphi = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda}$, với $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{30}{20} = 1,5 \text{ (cm)}$

nên $\Delta\varphi = 2\pi \frac{13 - 12}{1,5} = \frac{4\pi}{3} \text{ (rad)}$

13.7. Đáp án A

Hai phương trình sóng tới tại M: $u_{1M} = A \cos(20\pi t - 2\pi \frac{d_1}{\lambda})$

$$u_{2M} = A \cos(20\pi t + \pi - 2\pi \frac{d_2}{\lambda})$$

Độ lệch pha của hai sóng tại M: $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} - \pi$, với

$$\begin{cases} T = \frac{2\pi}{20\pi} = 0,1 \text{ (s)} \\ \lambda = v.T = 50.0,1 = 5 \text{ (cm)} \end{cases}, \text{ nên: } \Delta\varphi = 2\pi \frac{18-15}{5} - \pi = \frac{\pi}{5} \text{ (rad)}$$

13.8. Đáp án D

Biên độ sóng tổng hợp tại M: $A_M = 2A \left| \cos \frac{\Delta\varphi}{2} \right| = 2.1 \left| \cos \frac{\pi}{3} \right| = 1 \text{ (cm)}$

13.9. Đáp án B

$$T = \frac{2\pi}{20\pi} = 0,1 \text{ (s)}$$

$$\lambda = v.T = 40.0,1 = 4 \text{ (cm)}$$

$$\Delta\varphi = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} = 2\pi \frac{12-15}{4} = -\frac{3\pi}{2}$$

$$A_M = 2A \left| \cos \frac{\Delta\varphi}{2} \right| = 2.2 \left| \cos \left(-\frac{3\pi}{4} \right) \right| = 2\sqrt{2} \text{ (cm)}$$

13.10. Đáp án C

Độ lệch pha của hai dao động tại M: $\Delta\varphi = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \pi = 2\pi \frac{12-7}{30} + \pi = \frac{4\pi}{3}$

Biên độ dao động tổng hợp tại M:

$$A_M = 2A \left| \cos \frac{\Delta\varphi}{2} \right| = 2\sqrt{2} \left| \cos \frac{2\pi}{3} \right| = 2\sqrt{2} \left| -\frac{1}{2} \right| = \sqrt{2} \text{ (cm)}$$

Chú ý: có thể viết: $\Delta\varphi = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} - \pi = -\frac{2\pi}{3}$

$$A_M = 2\sqrt{2} \left| \cos \left(-\frac{\pi}{3} \right) \right| = 2\sqrt{2} \left| \frac{1}{2} \right| = \sqrt{2} \text{ (cm)}$$

13.11. Đáp án A

$$u_M = 2A \cos \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \cdot \cos \left(8\pi t - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} \right), \text{ với } \begin{cases} T = \frac{2\pi}{8\pi} = 0,25 \text{ (s)} \\ \lambda = v.T = 48.0,25 = 12 \text{ (cm)} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \text{nên } u_M &= 2\sqrt{3} \cos \pi \frac{18-20}{12} \cos \left(8\pi t - \pi \frac{18+20}{12} \right) \\ &= 2\sqrt{3} \cos \left(-\frac{\pi}{6} \right) \cos \left(8\pi t - \frac{19\pi}{6} \right) = 2\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \cos \left(8\pi t + 2\pi - \frac{19\pi}{6} \right) \\ &= 3 \cos \left(8\pi t - \frac{7\pi}{6} \right) \text{ (cm)} \end{aligned}$$

13.12. Đáp án D

Điểm nằm trên đường trung trực S_1S_2 có độ lệch pha của hai dao động tại đó là

$$\Delta\varphi = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} = 0 \text{ (vì } d_1 = d_2)$$

$$\rightarrow A_M = 2A \left| \cos \frac{\Delta\varphi}{2} \right| = 2A$$

13.13. Đáp án A

Độ lệch pha của hai dao động tại M:

$$\Delta\varphi = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \pi = \pi \text{ (vì } d_2 = d_1)$$

$$\rightarrow A_M = 2A \left| \cos \frac{\Delta\varphi}{2} \right| = 2A \left| \cos \frac{\pi}{2} \right| = 0$$

13.14. Đáp án C

Hai biểu thức sóng tới tại O từ hai nguồn là

$$u_{1O} = A \cos(\omega t - 2\pi \frac{d_1}{\lambda}) \quad u_{2O} = A \cos(\omega t - \frac{\pi}{2} - 2\pi \frac{d_2}{\lambda})$$

Độ lệch pha của hai dao động tại O:

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{2} \text{ (vì } d_1 = d_2)$$

$$\text{Biên độ dao động tổng hợp tại O: } A_O = 2A \left| \cos \frac{\Delta\varphi}{2} \right| = 2A \left| \cos \frac{\pi}{4} \right| = A\sqrt{2}$$

13.15. Đáp án B

Phương trình sóng tại M do hai nguồn truyền tới lần lượt là:

$$u_{1M} = 2 \cos(20\pi t - 2\pi \frac{d_1}{\lambda}), \text{ với } \begin{cases} T = \frac{2\pi}{20\pi} = 0,1 \text{ (s)} \\ \lambda = v.T = 40.0,1 = 4 \text{ (cm)} \end{cases}$$

$$\text{nên: } u_{1M} = 2 \cos(20\pi t - 2\pi \frac{6}{4}) = 2 \cos(20\pi t - 3\pi) \text{ (cm)}$$

$$\text{và } u_{2M} = 2 \cos(20\pi t + \pi - 2\pi \frac{d_2}{\lambda}) = 2 \cos(20\pi t + \pi - 2\pi \frac{7}{4}) = 2 \cos(20\pi t - \frac{5\pi}{2})$$

$$\text{Dao động tổng hợp tại M: } u_M = 2 \left[\cos(20\pi t - 3\pi) + \cos(20\pi t - \frac{5\pi}{2}) \right]$$

$$\text{Áp dụng: } \cos a + \cos b = 2 \cos \frac{a+b}{2} \cos \frac{a-b}{2}$$

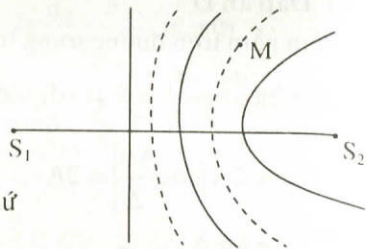
$$u_M = 2.2 \cdot \cos \left(20\pi t - \frac{11\pi}{4} \right) \cdot \cos \left(-\frac{\pi}{4} \right) = 2\sqrt{2} \cos \left(20\pi t - \frac{3\pi}{4} \right) \text{ (cm)}$$

13.16. Đáp án D

Ta có: $\frac{d_2 - d_1}{\lambda} = \frac{10 - 16}{4} = -1,5$

hay $d_2 - d_1 = \left(-2 + \frac{1}{2}\right)\lambda$

Vậy: M nằm trên vân giao thoa cực tiểu thứ hai (về phía gần S_2 hơn S_1) như hình vẽ.



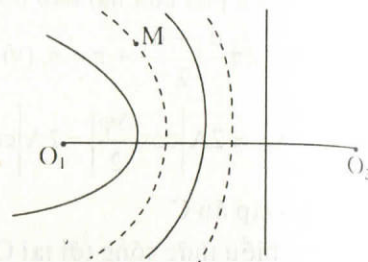
13.17. Đáp án B

$T = \frac{2\pi}{5\pi} = 0,4 \text{ (s)}$

$\lambda = vT = 15.0,4 = 6 \text{ (cm)}$

$\frac{d_2 - d_1}{\lambda} = \frac{25 - 16}{6} = 1,5$

$d_2 - d_1 = \left(1 + \frac{1}{2}\right)\lambda$



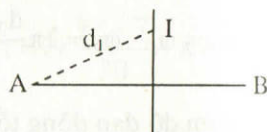
M nằm trên vân cực tiểu thứ hai (về phía gần O_1 hơn O_2) như hình vẽ.

13.18. Đáp án B

Phương trình dao động tổng hợp tại I:

$u_I = 2A \cos \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \cos \left(\omega t - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} \right)$

với $\begin{cases} d_2 - d_1 = 0 \\ d_2 + d_1 = 2d_I \\ A = 1 \text{ cm} \\ \lambda = 8 \text{ cm} \end{cases}$ nên: $u_I = 2.1 \cos 0 \cos \left(\omega t - \frac{2\pi d_I}{8} \right) = 2 \cos \left(\omega t - \frac{2\pi d_I}{8} \right)$



Điểm I dao động cùng pha với A và B nên:

$\Delta \varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 0 - \left(-\frac{2\pi d_I}{8} \right) = \frac{2\pi d_I}{8} = 2k\pi \rightarrow d_I = 8k \text{ (cm)}$

mà $d_I = AI \geq AO$

$8k \geq 10 \text{ (cm)}$

$k \geq 1,25$

$k_{\min} = 2$

Vậy: $d_{I(\min)} = 8.2 = 16 \text{ (cm)}$,

có $OI = \sqrt{d_I^2 - OA^2}$ nên $OI_{\min} = \sqrt{16^2 - 10^2} = \sqrt{156} \text{ (cm)}$

13.19. Đáp án C

Phương trình dao động tổng hợp tại trung điểm I của S_1S_2 là:

$u_I = 2A \cos \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \cos \left(\omega t - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} \right)$

Vì I là trung điểm của S_1S_2 nên: $d_1 = d_2 = \frac{l}{2}$

Vậy $u_I = 2A \cos 0 \cos \left(\omega t - \pi \frac{l}{\lambda} \right)$

Độ lệch pha của dao động tại I với S_1 (hoặc S_2) là:

$\Delta \varphi = \varphi_{S_1} - \varphi_I = 0 - \left(-\pi \frac{l}{\lambda} \right) = \pi \frac{l}{\lambda}$

Vì I dao động cùng pha với hai nguồn nên: $\Delta \varphi = \pi \frac{l}{\lambda} = 2k\pi \rightarrow l = 2k\lambda$

13.20. Đáp án B

Có $\begin{cases} d_2 - d_1 = k\lambda \\ d_2 + d_1 = l \end{cases} \Rightarrow 2d_2 = k\lambda + l$

$0 < d_2 = k \frac{\lambda}{2} + \frac{l}{2} < l$

$-\frac{l}{\lambda} < k < \frac{l}{\lambda}$, với $\begin{cases} T = \frac{2\pi}{10\pi} = 0,2 \text{ (s)} \\ \lambda = v.T = 0,23.0,2 = 0,046 \text{ (m)} = 4,6 \text{ (cm)} \end{cases}$

ên $-\frac{20}{4,6} < k < \frac{20}{4,6}$

$-4,3 < k < 4,3$

$k = -4, \dots, 0, \dots, 4$: có 9 điểm.

13.21. Đáp án D

$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{20} = \frac{\pi}{10} \text{ (s)}$

$\lambda = v.T = 3,18. \frac{\pi}{10} = 1 \text{ (cm)}$

Vị trí M dao động cực tiểu trên S_1S_2 thỏa:

$\begin{cases} d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda = k + \frac{1}{2} \text{ (cm)} \\ d_2 + d_1 = S_1S_2 = 10,75 \text{ (cm)} \end{cases} \Rightarrow d_2 = \frac{k}{2} + 5,625$

với $0 < d_2 = \frac{k}{2} + 5,625 < 10,75$

$-11,25 < k < 10,25$

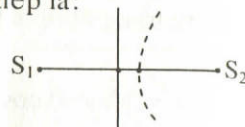
$k = -11, \dots, 0, \dots, 10$: có 22 điểm dao động cực tiểu trên S_1S_2 .

13.22. Đáp án D

Đường trung trực của S_1S_2 là vân giao thoa cực đại.

Khoảng cách từ vân giao thoa cực đại tới cực tiểu kế tiếp là:

$$\frac{\lambda}{4} = \frac{8}{4} = 2 \text{ (cm)}$$



13.23. Đáp án A

Khoảng cách giữa 4 vân giao thoa cực đại liên tiếp là $3i$ với $i = \frac{\lambda}{2}$, nên:

$$3 \cdot \frac{\lambda}{2} = 4,5 \Rightarrow \lambda = 3 \text{ (cm)}$$

$$\frac{v}{f} = 3 \Rightarrow f = \frac{v}{3} = \frac{24}{3} = 8 \text{ (Hz)}$$

Bài 14. SÓNG DỪNG

1. Sự phản xạ của sóng

a. *Vật cản cố định*: Khi phản xạ trên vật cản cố định, sóng phản xạ luôn luôn ngược pha với sóng tới ở điểm phản xạ.

b. *Vật cản tự do*: Khi phản xạ trên vật cản tự do, sóng phản xạ luôn luôn cùng pha với sóng tới ở điểm phản xạ.

2. Sóng dừng

– Sóng truyền trên sợi dây trong trường hợp xuất hiện các nút và các bụng gọi là *sóng dừng*.

Nút là các điểm luôn luôn đứng yên.

Bụng là các điểm luôn luôn dao động với biên độ lớn nhất.

– Hai nút hoặc hai bụng liên tục cách nhau $\frac{\lambda}{2}$.

Nút và bụng liên tục cách nhau $\frac{\lambda}{4}$.

– Điều kiện để có sóng dừng trên một sợi dây có *hai đầu cố định* là chiều dài của sợi dây phải bằng một số nguyên lần nửa bước sóng: $\ell = k \cdot \frac{\lambda}{2}$

– Điều kiện để có sóng dừng trên sợi dây có *một đầu cố định, một đầu tự do* là chiều dài của sợi dây phải bằng một số lẻ lần $\frac{\lambda}{4}$: $\ell = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{4}$

Dạng 1. BIẾT BIỂU THỨC SÓNG TỚI TẠI VẬT CẢN.

TÌM BIỂU THỨC SÓNG PHẢN XẠ

Sóng tới đến vật cản B với phương trình dao động tại B là:

$$u_B = A \cos \omega t$$

1. Nếu B là vật cản cố định thì :

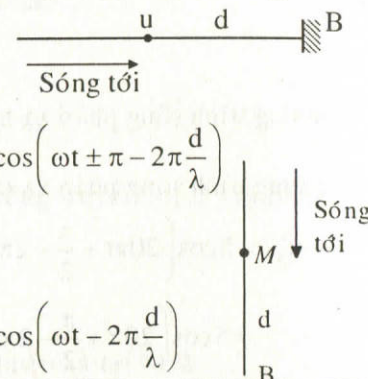
– Sóng phản xạ tại B: $u'_B = A \cos(\omega t \pm \pi)$

– Sóng phản xạ tại M với $MB = d$: $u'_M = A \cos\left(\omega t \pm \pi - 2\pi \frac{d}{\lambda}\right)$

2. Nếu B là vật cản tự do thì

– Sóng phản xạ tại B: $u'_B = A \cos \omega t$

– Sóng phản xạ tại M với $MB = d$: $u'_M = A \cos\left(\omega t - 2\pi \frac{d}{\lambda}\right)$



Ví dụ 1: Dây mềm AB có đầu B cố định. Tại đầu A ta tạo ra một dao động thì trên dây có sóng truyền tới B với tốc độ 20m/s. Phương trình sóng tới tại B là:

$$u_B = 2 \cos(100\pi t) \text{ (cm)}$$

Cho rằng biên độ sóng truyền trên dây không đổi. Phương trình sóng phản xạ tại M cách đầu B 0,5m là

$$A. u'_M = 2 \cos\left(10\pi t - \frac{3\pi}{4}\right) \text{ (cm)} \quad B. u'_M = 2 \cos\left(10\pi t - \frac{5\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$$

$$C. u'_M = 2 \cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm)} \quad D. u'_M = 2 \cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ (cm)}$$

Giải

– Phương trình sóng phản xạ tại B: $u'_B = 2 \cos(100\pi t - \pi) \text{ (cm)}$

– Phương trình sóng phản xạ tại M:

$$u'_M = 2 \cos\left(10\pi t - \pi - 2\pi \frac{d}{\lambda}\right), \text{ với: } \begin{cases} T = \frac{2\pi}{10\pi} = 0,2 \text{ (s)} \\ \lambda = v \cdot T = 20 \cdot 0,2 = 4 \text{ (m)} \end{cases}$$

$$\text{Nên: } u'_M = 2 \cos\left(10\pi t - \pi - 2\pi \cdot \frac{0,5}{4}\right) = 2 \cos\left(10\pi t - \frac{5\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$$

$\Rightarrow$ Chọn đáp án B.

Ví dụ 2: Dây AB được thả để đầu B tự do. Trên dây có sóng truyền từ đầu A đến B. Bước sóng truyền trên dây là 2m/s. Phương trình sóng tới tại đầu B là:

$$u_B = 5 \cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}. \text{ Phương trình sóng phản xạ tại điểm M trên dây}$$

cách đầu B 0,5m là:

A. $u'_M = 5 \cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{2}\right) (\text{cm})$ B. $u'_M = 5 \cos(20\pi t + \pi) (\text{cm})$

C. $u'_M = 5 \cos(20\pi t) (\text{cm})$ D. $u'_M = 5 \cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{4}\right) (\text{cm})$

Giải

Phương trình sóng phản xạ tại B: $u'_B = 5 \cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{2}\right) (\text{cm})$ A

Phương trình sóng phản xạ tại M:

$$u'_M = 5 \cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{2} - 2\pi \frac{d}{\lambda}\right) (\text{cm})$$

$$= 5 \cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{2} - 2\pi \cdot \frac{0,5}{2}\right) = 5 \cos(20\pi t) (\text{cm})$$
 M
d
B

⇒ Chọn đáp án C

Dạng 2. PHƯƠNG TRÌNH SÓNG TỔNG HỢP CỦA SÓNG TỚI VÀ SÓNG PHẢN XẠ

- Tìm biểu thức sóng tới tại điểm M (u_M)
- Tìm biểu thức sóng phản xạ tại M (u'_M)
- Biểu thức sóng tổng hợp tại M: $u = u_M + u'_M$

Ví dụ 1: Một sợi dây AB mềm, đầu B được giữ cố định. Cho đầu A dao động thì sóng truyền tới B với bước sóng λ .

Biết biểu thức sóng tới tại B là $u_B = A \cos(\omega t)$. M là một điểm trên dây cách đầu cố định B khoảng d . Biểu thức sóng tổng hợp của sóng tới và sóng phản xạ tại M là:

A. $u = A \cos \frac{2\pi d}{\lambda} \cdot \cos(\omega t)$ B. $u = 2A \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$

C. $u = A \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} - \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$ D. $u = 2A \cos \frac{2\pi d}{\lambda} \cdot \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$

Giải

Sóng tới tại M trước khi đến B nên: $u_M = A \cos\left(\omega t + \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$

Vì B là vật cản cố định nên sóng phản xạ tại B ngược pha với sóng tới tại B:

$$u'_B = A \cos(\omega t - \pi)$$

Sóng phản xạ tại M: $u'_M = A \cos\left(\omega t - \pi - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$

Sóng tổng hợp tại M: $u = u_M + u'_M = A \left[\cos\left(\omega t + \frac{2\pi d}{\lambda}\right) + \cos\left(\omega t - \pi - 2\pi \frac{d}{\lambda}\right) \right]$

Áp dụng: $\cos a + \cos b = 2 \cos \frac{a+b}{2} \cdot \cos \frac{a-b}{2}$ ta được:

$$u = 2A \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

⇒ Chọn đáp án B

Ví dụ 2: Một sợi dây AB với đầu B cố định có sóng truyền tới B với biểu thức sóng tới tại B là: $u_B = 3 \cos(10\pi t) (\text{cm})$

Tốc độ truyền sóng trên dây là 1m/s.

M là một điểm cách đầu cố định B 5cm:

Biểu thức sóng tổng hợp của sóng tới và sóng phản xạ tại M là:

A. $u = 6\sqrt{2} \cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{2}\right) (\text{cm})$ B. $u = 6 \cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{2}\right) (\text{cm})$

C. $u = 6\sqrt{2} \cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right) (\text{cm})$ D. $u = 6 \cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right) (\text{cm})$

Giải

Áp dụng $u = 2A \cos\left(2\pi \frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$, với $\begin{cases} T = \frac{2\pi}{10\pi} = 0,2 (\text{s}) \\ \lambda = v \cdot T = 100 \cdot 0,2 = 20 (\text{cm}) \end{cases}$

Nên: $u = 2 \cdot 3 \cos\left(2\pi \cdot \frac{5}{20} + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$

$$= 6 \cos \pi \cdot \cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{2}\right) = -6 \cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$= 6 \cos\left(10\pi t + \pi - \frac{\pi}{2}\right) = 6 \cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right) (\text{cm})$$

⇒ Chọn đáp án D

Ví dụ 3: Sợi dây AB treo vào một nhánh của âm thoa như hình vẽ, còn đầu B để tự do. Khi âm thoa rung thì sóng truyền tới B với bước sóng λ . Biểu thức sóng tới tại B là: $u_B = A \cos \omega t$. M là một điểm cách B khoảng d

Biểu thức sóng tổng hợp tại M của sóng tới và sóng phản xạ là:

A. $u = 2A \cos \frac{2\pi d}{\lambda} \cdot \cos \omega t$

B. $u = 2A \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$

$$C. u = 2A \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} - \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$D. u = 2A \cos\frac{2\pi d}{\lambda} \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

Giải

Biểu thức sóng tới tại M: $u_M = A \cos\left(\omega t + 2\pi \frac{d}{\lambda}\right)$

Biểu thức sóng phản xạ tại B: $u'_B = u_B = A \cos \omega t$

Biểu thức sóng phản xạ tại M: $u'_M = A \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$

Biểu thức sóng tổng hợp tại M: $u = u_M + u'_M = A \left[\cos\left(\omega t + 2\pi \frac{d}{\lambda}\right) + \cos\left(\omega t - 2\pi \frac{d}{\lambda}\right) \right]$

Áp dụng: $\cos a + \cos b = 2 \cos \frac{a+b}{2} \cdot \cos \frac{a-b}{2}$ ta được: $u = 2A \cos \frac{2\pi d}{\lambda} \cdot \cos \omega t$

⇒ Chọn đáp án A



TÓM TẮT:

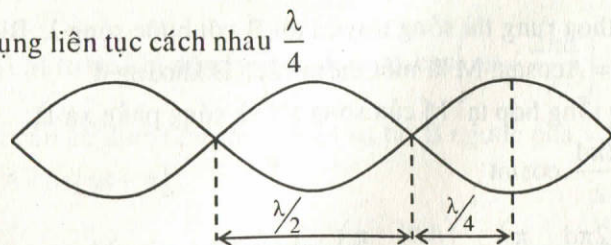
Cho biểu thức sóng tới tại B là $u_B = A \cos \omega t$ thì biểu thức sóng tổng hợp tại M:

– Nếu B là vật cản cố định thì: $u = 2A \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$

– Nếu B là vật cản tự do thì: $u = 2A \cos \frac{2\pi d}{\lambda} \cdot \cos \omega t$

Dạng 3: NÚT VÀ BỤNG

- Nút là các điểm luôn luôn đứng yên
- Bụng là các điểm dao động với biên độ lớn nhất.
- Hai nút liên tục hoặc hai bụng liên tục cách nhau $\frac{\lambda}{2}$
- Nút và bụng liên tục cách nhau $\frac{\lambda}{4}$



Ví dụ 1: Trên dây có sóng dừng. Biết tốc độ truyền sóng là 100m/s, tần số sóng là 50Hz. Khoảng cách ba nút liên tục là:

A. 1m

B. 2m

C. 3m

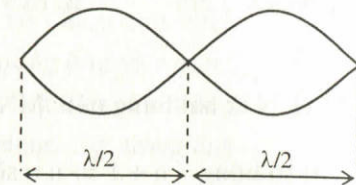
D. 4m

Giải

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{100}{50} = 2(\text{m})$$

Khoảng cách ba nút liên tục là: $2 \cdot \frac{\lambda}{2} = 2(\text{m})$

⇒ Chọn đáp án B



Ví dụ 2: Trên dây có sóng dừng với khoảng cách từ nút đầu tiên đến bụng thứ hai là 75cm. Biết tốc độ truyền sóng trên dây là 25m. Chu kỳ sóng là:

A. T = 4s

B. T = 2s

C. T = 0,02s

D. T = 0,04s

Giải

Khoảng cách từ nút đầu tiên đến bụng thứ hai là:

$$\ell = 3 \cdot \frac{\lambda}{4} = \frac{3}{4} \cdot v \cdot T \Rightarrow T = \frac{4}{3} \cdot \frac{\ell}{v} = \frac{4}{3} \cdot \frac{0,75}{25} = 0,04(\text{s})$$

⇒ Chọn đáp án D

Dạng 4. TÌM SỐ NÚT – SỐ BỤNG TRÊN ĐOẠN DÂY CÓ SÓNG DỪNG

1. Hai đầu là hai nút: $\ell = n \cdot \frac{\lambda}{2}$ ($n = 1, 2, 3, \dots$). $\begin{cases} \text{Số nút là } n+1 \\ \text{Số bụng là } n \end{cases}$
2. Hai đầu là hai bụng: $\ell = n \cdot \frac{\lambda}{2}$ ($n = 1, 2, 3, \dots$). $\begin{cases} \text{Số nút là } n \\ \text{Số bụng là } n+1 \end{cases}$
3. Một đầu là nút – một đầu là bụng: $\ell = m \cdot \frac{\lambda}{4}$ ($m = 1, 3, 5, \dots$)

$$\text{Số bụng} = \text{số nút} = \frac{m+1}{2}$$

Ví dụ 1. Dây AB dài 1m có sóng dừng xảy ra với A và B là hai nút. Tốc độ truyền sóng trên dây là 50m/s, tần số sóng là 100Hz. Kể cả hai nút ở A và B thì trên dây có.

A. 4 nút – 5 bụng

B. 5 nút – 4 bụng

C. 4 nút – 3 bụng

D. 3 nút – 4 bụng

Giải

Hai đầu là hai nút nên: $\ell = n \cdot \frac{\lambda}{2} \Rightarrow n = \frac{2\ell}{\lambda}$, với $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{50}{100} = 0,5(\text{m})$

Vậy: $n = \frac{2 \cdot 1}{0,5} = 4 \Rightarrow \begin{cases} \text{số nút} = n+1 = 5 \\ \text{số bụng} = n = 4 \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn đáp án B}$

Ví dụ 2: Trên dây có sóng dừng xảy ra. Biết tốc độ truyền sóng trên dây là 100m/s, chu kỳ của sóng là 0,01s. Kể cả hai bụng ở hai điểm M và N thì từ M đến N có tất cả 5 bụng. Khoảng cách từ M đến N là:

- A. MN = 2,5m B. MN = 3m C. MN = 1,5m D. MN = 2m

Giải

M và N là hai bụng nên: $MN = n \cdot \frac{\lambda}{2}$

Với số bụng = $n + 1 \Rightarrow n = \text{số bụng} - 1 = 5 - 1 = 4$

Và $\lambda = v \cdot T = 100 \cdot 0,01 = 1 \text{ (m)}$

Vậy: $MN = 4 \cdot \frac{1}{2} = 2 \text{ (m)}$. Chọn đáp án D.

Ví dụ 3: Dây AB dài 0,9 m treo thẳng đứng với đầu B để tự do. Cho đầu A dao động liên tục với tần số 50Hz thì trên dây có sóng dừng. Tốc độ truyền sóng trên dây là 20m/s. Trên dây có:

- A. 5 nút – 5 bụng B. 5 nút – 6 bụng
C. 5 nút – 4 bụng D. 9 nút – 9 bụng

Giải

Đầu A là nút, đầu B là bụng nên:

$$l = m \cdot \frac{\lambda}{4} \text{ (với } m = 1, 3, 5, \dots) \rightarrow m = \frac{4l}{\lambda} \text{ với } \lambda = \frac{v}{f} = \frac{20}{50} = 0,4 \text{ (m)}$$

$$\text{Vậy: } m = \frac{4 \cdot 0,9}{0,4} = 9$$

$$\Rightarrow \text{Số nút} = \text{Số bụng} = \frac{m+1}{2} = \frac{9+1}{2} = 5. \text{ Chọn đáp án A.}$$

Ví dụ 4: Trên dây có sóng dừng. Biết bước sóng là 0,5m. O và M là hai điểm trên dây với OM = 62,5cm. Tại O có nút thứ nhất thì tại M có:

- A. nút thứ 2 B. nút thứ 3 C. bụng thứ 2 D. bụng thứ 3

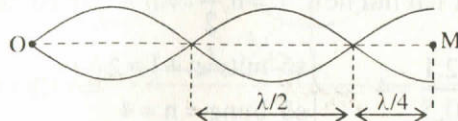
Giải

$$\text{Ta có: } \frac{OM}{\lambda/4} = \frac{62,5}{50/4} = 5 \Rightarrow OM = 5 \cdot \frac{\lambda}{4} \text{ (m = 5)}$$

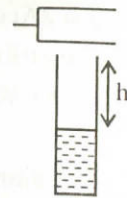
$$\text{Vì O là nút nên M là bụng: Số bụng} = \frac{m+1}{2} = \frac{5+1}{2} = 3$$

Vậy tại m có bụng thứ 3.

Chọn đáp án B.



Ví dụ 5: Một ống dựng đứng trong có chứa nước. Độ cao lớp nước có thể điều chỉnh. Tại miệng ống có đặt một âm thoa nằm ngang như hình vẽ. Âm thoa dao động với tần số 500Hz. Tốc độ truyền sóng trong không khí là 340m/s.



Điều chỉnh mực nước sao cho cột không khí có chiều cao thích hợp thì trong ống có sóng dừng với bụng tại miệng ống và nút tại mặt nước. Khi chiều cao cột không khí trong ống thay đổi trong khoảng từ 45cm đến 60cm, kể cả bụng sóng ở miệng ống, trong ống có:

- A. 4 bụng B. 3 bụng C. 2 bụng D. 1 bụng

Giải

Khi có sóng dừng, chiều cao cột không khí cho bởi:

$$h = m \cdot \frac{\lambda}{4} = m \cdot \frac{v}{4f} = m \cdot \frac{340}{4 \cdot 500} = \frac{17}{100} \cdot m$$

$$\text{Với: } 0,45 \leq h = \frac{17}{100} \cdot m \leq 0,60 \Leftrightarrow 2,65 \leq m \leq 3,53 \rightarrow m = 3$$

$$\text{Số bụng} = \frac{m+1}{2} = \frac{3+1}{2} = 2. \text{ Chọn đáp án C.}$$

Dạng 5. BIẾT BIỂU THỨC SÓNG DỪNG, TÌM BƯỚC SÓNG λ , CHU KÌ t VÀ TỐC ĐỘ TRUYỀN SÓNG v

- Biểu thức sóng dừng có dạng tổng quát:

$$u = 2A \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \alpha\right) \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \beta\right)$$

- So sánh phương trình tổng quát với phương trình đã cho sẽ tìm được λ và T
- Tốc độ truyền sóng: $v = \frac{\lambda}{T}$

Ví dụ 1: Biểu thức sóng dừng trên dây cho bởi: $u = 2a \cos\left(\frac{\pi}{4}d + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$

trong đó d tính bằng cm. Bước sóng là:

- A. $\lambda = 16\text{cm}$ B. $\lambda = 8\text{cm}$ C. $\lambda = 10\text{cm}$ D. $\lambda = 5\text{cm}$

Giải

Phương trình tổng quát của sóng dừng là: $u = 2A \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \alpha\right) \cdot \cos(\omega t + \beta)$

So với phương trình đã cho thì: $\frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{\pi d}{4} \rightarrow \lambda = 8$ vì d tính bằng cm nên λ

tính bằng cm. Vậy $\lambda = 8\text{cm}$. Chọn đáp án B.

Ví dụ 2: Trên dây đàn hồi có sóng dừng xảy ra với phương trình:
 $u = 2A \cos(4\pi d) \cdot \cos 100\pi t$ trong đó d tính bằng mét, t bằng giây. Tốc độ truyền sóng trên dây là:
 A. $v = 100\text{m/s}$ B. $v = 30\text{m/s}$ C. $v = 50\text{m/s}$ D. $v = 25\text{m/s}$

Giải

So phương trình đã cho với phương trình tổng quát của sóng dừng là:

$$u = 2A \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \alpha\right) \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \beta\right) \text{ ta được: } \begin{cases} \frac{2\pi d}{\lambda} = 4\pi d \rightarrow \lambda = 0,5 \text{ (m)} \\ \frac{2\pi}{T} = 100\pi \rightarrow T = 0,02 \text{ (s)} \end{cases}$$

Tốc độ: $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0,5}{0,02} = 25 \text{ (m/s)}$. Chọn đáp án **D**.

Ví dụ 3: Sóng dừng xảy ra trên dây AB có đầu B cố định, li độ dao động ở điểm M cách đầu B khoảng d vào lúc t cho bởi: $u = 2\cos\left(0,05\pi d + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm) trong đó d tính bằng cm, t bằng giây. M là điểm nút ứng với
 A. $d = 37,5 \text{ cm}$ B. $d = 30 \text{ cm}$ C. $d = 20,5 \text{ cm}$ D. $d = 40,5 \text{ cm}$

Giải

So phương trình đã cho với phương trình tổng quát:

$$u = 2A \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \alpha\right) \cdot \cos(wt + \beta) \text{ thì: } \frac{2\pi d}{\lambda} = 0,05\pi d \rightarrow \lambda = 40 \text{ (cm)}$$

Điểm nút cách đầu cố định B khoảng: $d = k \frac{\lambda}{2} = 12,5k \text{ (cm)}$ ($k = 0, 1, 2, \dots$)

Với $d = 37,5 \text{ (cm)}$ thì $k = \frac{37,5}{12,5} = 3$: đó là điểm nút. Chọn đáp án **A**.

Dạng 6. TÌM CÁC HẰNG SỐ CHƯA BIẾT TRONG BIỂU THỨC SÓNG DỪNG

Chú ý! Biểu thức sóng dừng có dạng: $u = 2A \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \alpha\right) \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \beta\right)$
 thì biên độ của sóng cho bởi: $a = 2A \left| \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \alpha\right) \right|$

Ví dụ 1: Đoạn dây mềm AB treo thẳng đứng, đầu B để tự do. Trên dây có sóng dừng xảy ra với biểu thức sóng dừng là $u = u_0 \cos \frac{2\pi d}{\lambda} \cdot \cos \omega t$, trong đó d là khoảng cách từ đầu B đến điểm M trên dây và u_0 là hằng số dương.

Tại điểm M cách đầu B khoảng $\frac{\lambda}{3}$ có biên độ dao động là 2cm.

Độ lớn của u_0 là:

A. $u_0 = 1\text{cm}$ B. $u_0 = 2\text{cm}$ C. $u_0 = 4\text{cm}$ D. $u_0 = \sqrt{2} \text{ cm}$

Giải

Biên độ dao động tại M là: $A_M = u_0 \left| \cos \frac{2\pi d}{\lambda} \right|$

$$\text{Tại } d = \frac{\lambda}{3} \text{ thì } A_M = 2\text{cm nên: } 2 = u_0 \left| \cos \frac{2\pi \cdot \lambda/3}{\lambda} \right| = u_0 \left| \cos \frac{2\pi}{3} \right| = u_0 \left| -\frac{1}{2} \right|$$

$\rightarrow u_0 = 4 \text{ (cm)}$. Chọn đáp án **C**.

Ví dụ 2: Trên dây mềm AB với đầu B cố định có sóng dừng xảy ra với biểu thức sóng dừng là: $u = 2a \cos\left(bd + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ trong đó a, b là các hằng số dương, d là khoảng cách từ điểm M trên dây đến đầu B. Biết tốc độ truyền sóng trên dây là 100m/s. Hằng số b bằng:

A. $b = 10\pi\text{m}^{-1}$ B. $b = \frac{\pi}{10} \pi\text{m}^{-1}$ C. $b = 0,1\text{m}^{-1}$ D. $b = 0,01\text{m}^{-1}$

Giải

So phương trình đã cho với phương trình tổng quát:

$$u = 2A \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \alpha\right) \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \beta\right) \text{ ta được: } \frac{2\pi}{T} = 10\pi \rightarrow T = 0,2 \text{ (s)}$$

$$\text{và } b = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{v \cdot T} = \frac{2\pi}{100 \cdot 0,2 \text{ (m)}} = \frac{\pi}{10} \text{ (m}^{-1}\text{)}.$$

Chọn đáp án **B**.

Dạng 7. TÌM VẬN TỐC DAO ĐỘNG CỦA MỘT ĐIỂM TRÊN DÂY CÓ SÓNG DỪNG

Tại một điểm trên dây có sóng dừng thì điểm đó sẽ dao động (trừ điểm nút). Vận tốc dao động tại một điểm M (tọa độ x_M) là đạo hàm của li độ u theo t tại điểm đó:

- Thay $x = x_M$ vào phương trình u của sóng dừng ta được $u(t)$.
- Lấy đạo hàm của $u(t)$ theo t : $v = \frac{du}{dt}$.
- Thay $t = t_0$ (thời điểm tìm vận tốc) vào biểu thức v vừa tính.

Ví dụ 1: Trên dây mềm AB với đầu B cố định có sóng dừng. Phương trình sóng dừng là: $u = 2\cos\left(0,05\pi x + \frac{\pi}{2}\right)\cos\left(8\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm) trong đó x là khoảng cách từ điểm M trên dây đến đầu B tính bằng cm và t tính bằng giây. Vận tốc dao động tại điểm M cách đầu B 5cm vào lúc $t = \frac{5}{48}$ s là:

- A. $v = \sqrt{2}\pi$ cm/s
B. $v = 4\sqrt{5}\pi$ cm/s
C. $v = 2\sqrt{3}\pi$ cm/s
D. $v = 4\sqrt{6}\pi$ cm/s

Giải

- Phương trình dao động của điểm M ($x_M = 5$ cm)

$$u_M = 2\cos\left(0,05\pi \cdot 5 + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(8\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$= 2\cos\frac{3\pi}{4} \cdot \cos\left(8\pi t - \frac{\pi}{2}\right) = -\sqrt{2}\cos\left(8\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$$

- Vận tốc dao động tại M: $v = \frac{du_M}{dt} = 8\sqrt{2}\pi \sin\left(8\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm/s)

$$\text{Lúc } t = 5/48\text{s: } v = 8\sqrt{2}\pi \sin\left(8\pi \frac{5}{48} - \frac{\pi}{2}\right) = 8\sqrt{2}\pi \sin\frac{\pi}{3} = 4\sqrt{6}\pi \text{ (cm/s)}$$

Chọn đáp án D.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

14.1. Chọn câu đúng:

Sóng phản xạ và sóng tới tại vật cản

- A. luôn luôn cùng pha
B. luôn luôn ngược pha
C. cố định luôn luôn ngược pha
D. tự do luôn luôn ngược pha

14.2. Chọn câu sai.

Sóng dừng

- A. có sóng tới và sóng phản xạ là các sóng kết hợp.
B. gồm hai sóng thành phần (Sóng tới và sóng phản xạ) không truyền đi nên gọi là sóng dừng.
C. có các nút và các bụng cố định trong không gian.
D. là kết quả của sự giao thoa của hai sóng.

14.3. Các nút trên một sợi dây có hai đầu cố định cách đầu cố định

- A. nửa bước sóng
B. phần tư bước sóng
C. số lẻ lần nửa bước sóng
D. số nguyên lần nửa bước sóng

14.4. Các bụng trên một sợi dây có hai đầu cố định cách

- A. bụng kế tiếp phần tư bước sóng.
B. nút kế tiếp nửa bước sóng.
C. đầu cố định khoảng bằng số lẻ lần phần tư bước sóng.
D. đầu cố định khoảng bằng số nguyên lần nửa bước sóng.

14.5. Điều kiện để có sóng dừng trên sợi dây có một đầu cố định, một đầu tự do là chiều dài sợi dây phải bằng một

- A. số lẻ lần phần tư bước sóng
B. số nguyên lần phần tư bước sóng
C. số lẻ lần nửa bước sóng
D. số nguyên lần nửa bước sóng

14.6. Dây mềm AB căng ngang có đầu B giữ cố định. Biểu thức sóng tới tại B là:

$$u_B = 2\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm). Tốc độ truyền sóng trên dây là } v = 4\text{m/s. Biểu}$$

thức sóng phản xạ tại M trên dây cách đầu B khoảng $d = 15$ cm là:

- A. $u'_M = 2\cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm)
B. $u'_M = 2\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm)
C. $u'_M = 2\cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (cm)
D. $u'_M = 2\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm)

14.7. Trên dây mềm AB căng ngang với đầu B cố định có sóng truyền đến B, bước sóng λ . M là một điểm trên dây cách đầu cố định B khoảng d. Độ lệch pha của sóng tới và sóng phản xạ tại cùng điểm M là:

- A. $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda}$
B. $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}$
C. $\Delta\varphi = \frac{4\pi d}{\lambda}$
D. $\Delta\varphi = \frac{4\pi d}{\lambda} + \pi$

14.8. Trên dây mềm AB với đầu B cố định có sóng tới truyền đến B với biên độ A, bước sóng λ . Biên độ dao động tổng hợp của sóng tới và sóng phản xạ tại điểm M trên dây cách đầu cố định B khoảng $\frac{\lambda}{8}$ là:

- A. $a = A\sqrt{2}$
B. $a = 2A$
C. $a = A$
D. $a = \frac{A}{2}$

14.9. Dây MN treo thẳng đứng với đầu N để tự do như hình vẽ. Cho đầu M dao động với biên độ A thì sóng tới truyền đến N với bước sóng λ . Biên độ dao động tổng hợp của sóng tới và sóng phản xạ tại điểm P trên dây cách đầu N khoảng $\frac{\lambda}{8}$ là:

- A. $a = \frac{A}{2}$
B. $a = A\sqrt{2}$
C. $a = A\sqrt{3}$
D. $a = \frac{A}{4}$



- 14.10. Trên dây có sóng dừng xảy ra. Biết biên độ của sóng tới là 2cm thì biên độ dao động của sóng dừng tại điểm bụng là:
- A. $a = 2\text{cm}$ B. $a = 2\sqrt{2}\text{cm}$ C. $a = 4\text{cm}$ D. $a = 4\sqrt{2}\text{cm}$
- 14.11. Một dây AB có đầu B cố định. Trên dây có sóng truyền với tốc độ 4m/s. Sóng tới tại đầu B là: $u_B = \sqrt{2}\cos(20\pi t)$ (cm) phương trình sóng tổng hợp của sóng tới và sóng phản xạ tại điểm M trên dây cách đầu B khoảng 10cm là:
- A. $u = 2\sqrt{2}\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm) B. $u = 4\cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm)
- C. $u = 2\sqrt{2}\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm) D. $u = 4\cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (cm)
- 14.12. Dây AB được treo thẳng đứng với đầu B để tự do. Cho đầu A dao động, sóng tới truyền đến B với tốc độ truyền sóng là 5m/s. Phương trình sóng tới tại B là: $u_B = 2\cos(10\pi t)$ (cm). phương trình sóng tổng hợp tại M trên dây cách đầu B khoảng $\frac{1}{3}\text{m}$ là:
- A. $u = 4\cos(10\pi t)$ (cm) B. $u = 2\cos(10\pi t + \pi)$ (cm)
- C. $u = 2\sqrt{3}\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm) D. $u = 2\sqrt{2}\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm)
- 14.13. Trên dây AB với đầu B cố định có sóng dừng xảy ra. Biểu thức sóng tổng hợp của sóng tới và sóng phản xạ tại điểm M cách đầu B khoảng d cho bởi:
- $u = 1,5\cos\left(\pi d + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm) trong đó d tính bằng mét. Khoảng cách hai nút liên tục là:
- A. $i = 2\text{m}$ B. $i = 0,5\text{m}$ C. $i = 1,5\text{m}$ D. $i = 1\text{m}$
- 14.14. Trên dây AB có sóng dừng xảy ra. Biểu thức sóng dừng là:
- $u = A\cos(0,5\pi d) \cdot \cos(25\pi t)$ trong đó d là khoảng cách từ một điểm trên dây đến đầu B tính bằng mét; t tính bằng giây. Tốc độ truyền sóng trên dây là:
- A. $v = 50\text{m/s}$ B. $v = 25\text{m/s}$ C. $v = 100\text{m/s}$ D. $v = 0,5\text{m/s}$
- 14.15. Dây AB có đầu B cố định. Biểu thức sóng dừng trên dây cho bởi:
- $u = 2A\cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{\pi}{2}\right)$ trong đó: A, λ , T là biên độ, bước sóng và chu kỳ của sóng tới; d là khoảng cách từ một điểm trên dây đến đầu cố định B. Lúc $\frac{5T}{8}$, điểm cách B khoảng $\frac{2\lambda}{3}$ có li độ dao động là -1cm. Biên độ dao động của sóng tới là:

- A. $A = 2$ (cm) B. $A = \sqrt{2}$ (cm) C. $A = \frac{\sqrt{6}}{3}$ (cm) D. $A = 2\sqrt{3}$ (cm)

- 14.16. Biểu thức sóng dừng trên dây có đầu cản tự do là: $u = a\cos(5\pi d) \cdot \cos(bt)$ trong đó a, b là các hằng số dương, d là khoảng cách từ một điểm trên dây đến đầu dây tính bằng mét; t tính bằng giây. Biết tốc độ truyền sóng trên dây là 8m/s. Giá trị của hằng số b là:
- A. $b = 10\pi\text{ rad/s}$ B. $b = 40\pi\text{ rad/s}$ C. $b = 20\pi\text{ rad/s}$ D. $b = 50\pi\text{ rad/s}$
- 14.17. Biểu thức sóng dừng trên dây AB có đầu B tự do là:
- $u = \sqrt{2}\cos(2,5\pi x) \cdot \cos(0,4\pi t)$ (cm) trong đó x là khoảng cách từ một điểm trên dây đến đầu B, đơn vị là mét và t tính bằng giây. Tốc độ dao động của điểm M trên dây với MB = 40cm vào lúc t = 0,625s là:
- A. $u' = 1,256\text{ cm/s}$ B. $u' = 1,414\text{ cm/s}$
- C. $u' = 0,875\text{ cm/s}$ D. $u' = 2,318\text{ cm/s}$
- 14.18. Biểu thức sóng dừng trên dây AB có đầu B cố định cho bởi:
- $u = A\cos\left(3\pi x + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(8\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ trong đó x là khoảng cách từ một điểm trên dây đến đầu cố định B, tính bằng cm. Điểm M trên dây là nút cách đầu B khoảng
- A. $x = \frac{1}{2}\text{ cm}$ B. $x = \frac{3}{4}\text{ cm}$ C. $x = \frac{8}{3}\text{ cm}$ D. $x = \frac{4}{5}\text{ cm}$
- 14.19. Trên dây AB có sóng dừng. Biểu thức sóng dừng tại điểm M trên dây cách đầu B khoảng x (đơn vị : m) là: $u = 2\cos(10\pi x) \cdot \cos(\omega t)$ (cm). Biên độ dao động của dây tại điểm cách đầu B khoảng 7,5cm là:
- A. $a = \sqrt{3}\text{ cm}$ B. $a = \sqrt{2}\text{ cm}$ C. $a = 1,5\text{cm}$ D. $a = \frac{\sqrt{3}}{2}\text{ cm}$
- 14.20. Trên dây AB có sóng dừng xảy ra. Biểu thức sóng dừng tại điểm M trên dây cách đầu B khoảng x (tính bằng cm) cho bởi: $u = 4\cos\left(\pi x + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \sin \omega t$ (cm)
- Điểm M gần B nhất dao động với biên độ bằng nửa biên độ cực đại ứng với
- A. $x = \frac{1}{8}\text{ cm}$ B. $x = \frac{1}{12}\text{ cm}$ C. $x = \frac{1}{6}\text{ cm}$ D. $x = \frac{5}{6}\text{ cm}$
- 14.21. Đoạn dây AB có sóng dừng xảy ra, biết $AB = \frac{4}{3}\text{m}$ với hai đầu A, B cố định. Tốc độ truyền sóng trên dây là 400m/s và tần số sóng là 600Hz. Trên dây có:
- A. 4 bụng-5 nút B. 5 bụng-4 nút C. 5 bụng-6 nút D. 6 bụng-5 nút

14.22. Dây mềm AB dài 2m căng ngang với hai đầu A, B cố định. Khi trên dây có sóng dừng xảy ra ta quan sát được 3 bụng. Biết tần số sóng là 216Hz. Tốc độ truyền sóng trên dây là:

- A. $v = 216\text{m/s}$ B. $v = 162\text{m/s}$ C. $v = 348\text{m/s}$ D. $v = 288\text{m/s}$

14.23. Trên dây dài 75cm với hai đầu cố định có sóng dừng. Tần số sóng trên dây là 430Hz, tốc độ truyền sóng trong khoảng từ 200m/s đến 300m/s. Tốc độ truyền sóng là

- A. $v = 348\text{m/s}$ B. $v = 215\text{m/s}$ C. $v = 152\text{m/s}$ D. $v = 425\text{m/s}$

14.24. Giữa hai đầu dây cố định và cho dây rung khi dây rung với tần số 200Hz thì trên dây có tất cả 3 nút (kể cả hai nút ở hai đầu). Khi dây rung với tần số 400Hz (tốc độ truyền sóng trên dây vẫn không đổi) thì trên dây có

- A. 7 nút B. 6 nút C. 5 nút D. 4 nút

14.25. Dây mềm dài 80cm căng ngang hai đầu. Để có sóng dừng trên dây thì dây phải rung với tần số thích hợp, trong đó tần số bé nhất là 185Hz. Biết rằng tốc độ truyền sóng trên dây không đổi. Tốc độ truyền sóng là:

- A. $v = 296\text{m/s}$ B. $v = 340\text{m/s}$ C. $v = 125\text{m/s}$ D. $v = 462\text{m/s}$

14.26. Dây AB dài 1m được treo thẳng đứng với đầu B để tự do. Cho đầu A dao động liên tục với tần số 10Hz thì trên dây có sóng dừng với đầu A coi như nút. Tốc độ truyền sóng trên dây là 8m/s. trên dây có:

- A. 5 bụng – 5 nút B. 3 bụng – 3 nút
C. 5 bụng – 4 nút D. 3 bụng – 4 nút

14.27. Dây AB = 1m có sóng dừng với đầu A là nút, B là bụng, trên dây có tất cả 3 bụng. Biết tần số sóng là 100Hz. Tốc độ truyền sóng trên dây là:

- A. $v = 133,3\text{m/s}$ B. $v = 266,7\text{m/s}$ C. $v = 80\text{m/s}$ D. $v = 160\text{m/s}$

14.28. Trên dây có sóng dừng. Ở A và B trên dây có hai bụng và giữa chúng có hai nút. Biết tốc độ truyền sóng trên dây là 192m/s và tần số sóng là 120Hz. Chiều dài AB là:

- A. 3,2m B. 2,4m C. 2,0m D. 1,6m

HƯỚNG DẪN GIẢI

14.1. Đáp án C.

Sóng phản xạ và sóng tới tại vật cản cố định luôn luôn ngược pha (còn tại vật cản tự do luôn luôn cùng pha).

14.2. Đáp án B.

B. Sai vì hai sóng thành phần của sóng dừng là sóng tới và sóng phản xạ vẫn truyền theo hai chiều ngược nhau.

14.3. Đáp án D.

Các nút trên một sợi dây có hai đầu cố định cách đầu cố định số nguyên lần nửa bước sóng $\left(k \cdot \frac{\lambda}{2}\right)$

14.4. Đáp án C.

Các bụng trên một sợi dây có hai đầu cố định cách đầu cố định khoảng bằng số lẻ lần phần tư bước sóng: $d = m \cdot \frac{\lambda}{4}$ với $m = 1, 3, 5, \dots$

14.5. Đáp án A.

Điều kiện để có sóng dừng trên sợi dây có một đầu cố định, một đầu tự do là chiều dài sợi dây: $l = m \cdot \frac{\lambda}{4}$ với $m = 1, 3, 5, \dots$

14.6 Đáp án B.

Sóng phản xạ tại đầu cố định B ngược pha với sóng tới tại B nên:

$$u_B = -2 \cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{4}\right) (\text{cm})$$

Sóng phản xạ tại M do sóng phản xạ tại B truyền tới nên:

$$u_M = -2 \cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{4} - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$$

$$\text{Với } \begin{cases} d = BM = 15\text{cm} \\ T = \frac{2\pi}{20\pi} = 0,1 (\text{s}) \\ \lambda = vT = 4,0, l = 0,4 (\text{m}) \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \text{Vậy: } u_M &= -2 \cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{4} - \frac{2\pi \cdot 0,15}{0,4}\right) = -2 \cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \\ &= 2 \cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{2} + \pi\right) = 2 \cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{2}\right) (\text{cm}) \end{aligned}$$

14.7. Đáp án D.

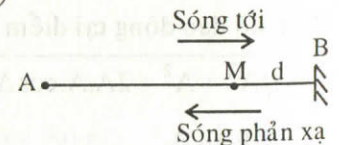
Gọi sóng tới tại B là: $u_B = A \cos(\omega t)$ thì

- Sóng tới tại M: $u_M = A \cos\left(\omega t + \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$

- Sóng phản xạ tại B: $u_B = -A \cos(\omega t)$

- Sóng phản xạ tại M: $u_M = -A \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right) = A \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda} - \pi\right)$

Độ lệch pha của sóng tới và sóng phản xạ tại M:



$$\Delta\varphi = \varphi_M - \varphi_M' = \frac{2\pi d}{\lambda} + \frac{2\pi d}{\lambda} + \pi = \frac{4\pi d}{\lambda} + \pi$$

14.8. Đáp án A.

Độ lệch pha của sóng tới và sóng phản xạ tại M là:

$$\begin{aligned}\Delta\varphi &= \frac{4\pi d}{\lambda} + \pi \\ &= \frac{4\pi \cdot \lambda/8}{\lambda} + \pi = \frac{3\pi}{2}\end{aligned}$$

Sóng tới và sóng phản xạ đều cùng biên độ A nên biên độ sóng tổng hợp tại

$$M \text{ là } a = \sqrt{A^2 + A^2 + 2A \cdot A \cdot \cos\Delta\varphi} = \sqrt{2A^2 + 2A^2 \cdot \cos\frac{3\pi}{2}} = \sqrt{2A^2 + 0} = A\sqrt{2}$$

14.9. Đáp án B.

Giả sử sóng tới tại N là: $u_N = A\cos\omega t$ thì:

- Sóng tới tại P: $u_P = A\cos\left(\omega t + \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$
- Sóng phản xạ tại N: $u_N' = u_N = A\cos(\omega t)$
- Sóng phản xạ tại P: $u_P' = A\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$

Độ lệch pha của sóng tới và sóng phản xạ tại P là:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} - \left(-\frac{2\pi d}{\lambda}\right) = \frac{4\pi d}{\lambda} = \frac{4\pi \cdot \lambda/8}{\lambda} = \frac{\pi}{2}$$

Biên độ dao động tổng hợp tại P:

$$a = \sqrt{A^2 + A^2 + 2A \cdot A \cdot \cos\Delta\varphi} = \sqrt{2A^2 + 2A^2 \cos\frac{\pi}{2}} = A\sqrt{2}$$

14.10. Đáp án C.

Tại điểm bụng sóng tới và sóng phản xạ cùng pha: $\Delta\varphi = 2k\pi$

Biên độ dao động tại điểm bụng:

$$a = \sqrt{A^2 + A^2 + 2A \cdot A \cdot \cos\Delta\varphi} = \sqrt{2A^2 + 2A^2 \cos(2k\pi)} = \sqrt{4A^2} = 2A = 4 \text{ (cm)}$$

14.11. Đáp án A.

$$u = 2A \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) \cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{2}\right), \text{ với } \begin{cases} T = \frac{2\pi}{20\pi} = 0,1 \text{ (s)} \\ \lambda = v \cdot T = 400 \cdot 0,1 = 40 \text{ (cm)} \end{cases}$$

$$\text{Nên: } u = 2\sqrt{2} \cos\left(\frac{2\pi \cdot 10}{40} + \frac{\pi}{2}\right) \cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{2}\right) = 2\sqrt{2} \cos\pi \cdot \cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\begin{aligned}&= -2\sqrt{2} \cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{2}\right) = 2\sqrt{2} \cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{2} + \pi\right) \\ &= 2\sqrt{2} \cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}\end{aligned}$$

14.12. Đáp án B.

Đầu B tự do nên biểu thức sóng tổng hợp của sóng tới và sóng phản xạ tại M

$$\text{là: } u = 2A \cos\frac{2\pi d}{\lambda} \cdot \cos 10\pi t, \text{ với } \begin{cases} T = \frac{2\pi}{10\pi} = 0,2 \text{ (s)} \\ \lambda = v \cdot T = 5,0 \cdot 2 = 1 \text{ (m)} \end{cases}$$

$$\begin{aligned}\text{Nên: } u &= 2 \cdot 2 \cos\frac{2\pi \cdot 1/3}{1} \cdot \cos(10\pi t) = 4 \cos\left(\frac{2\pi}{3}\right) \cdot \cos(10\pi t) \\ &= -2 \cos(10\pi t) = 2 \cos(10\pi t + \pi) \text{ (cm)}\end{aligned}$$

14.13. Đáp án D.

So phương trình đã cho với phương trình tổng quát:

$$u = 2A \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ ta được: } \frac{2\pi}{\lambda} = \pi \rightarrow \lambda = 2 \text{ (m)}$$

$$\text{Khoảng cách hai nút liên tục là: } i = \frac{\lambda}{2} = 1 \text{ (m)}$$

14.14. Đáp án A.

So phương trình đã cho với phương trình tổng quát:

$$\begin{aligned}u &= A \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda}\right) \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} t\right) \\ \begin{cases} \frac{2\pi}{\lambda} = 0,5\pi \rightarrow \lambda = 4 \text{ (m/s)} \\ \frac{2\pi}{T} = 25\pi \rightarrow T = 0,08 \text{ (s)} \end{cases}\end{aligned}$$

$$\text{Tốc độ truyền sóng: } v = \frac{\lambda}{T} = \frac{4}{0,08} = 50 \text{ (m/s)}$$

14.15. Đáp án C.

$$\text{Thay } d = \frac{2\lambda}{3}; t = \frac{5T}{8}; u = -1 \text{ cm vào biểu thức sóng dừng:}$$

$$\begin{aligned}-1 &= 2A \cos\left(\frac{2\pi \cdot \frac{2\lambda}{3}}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{5T}{8} - \frac{\pi}{2}\right) = 2A \cos\left(\frac{4\pi}{3} + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{5\pi}{4} - \frac{\pi}{2}\right) \\ &= 2A \cos\left(\frac{11\pi}{6}\right) \cdot \cos\left(\frac{3\pi}{4}\right) = 2A \cos\left(-\frac{\pi}{6}\right) \cdot \cos\frac{3\pi}{4}\end{aligned}$$

$$= 2A \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = -A \cdot \frac{\sqrt{6}}{2} \rightarrow A = \frac{2}{\sqrt{6}} = \frac{\sqrt{6}}{3} \text{ (cm)}$$

14.16. Đáp án B.

So phương trình đã cho với phương trình tổng quát:

$$u = a \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda}\right) \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \text{ ta được } \begin{cases} \frac{2\pi}{\lambda} = 5\pi \rightarrow \lambda = 0,4 \text{ (m)} \\ b = \frac{2\pi}{T} \end{cases}$$

$$\text{Mà: } \lambda = v \cdot T \rightarrow T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0,4}{8} = 0,05 \text{ (s)} \text{ nên } b = \frac{2\pi}{0,05} = 40\pi \text{ (rad/s).}$$

14.17. Đáp án A.

Với điểm M có $x = 0,4\text{m}$ thì:

$$\begin{aligned} u_M &= \sqrt{2} \cos(2,5\pi \cdot 0,4) \cos(0,4\pi t) \text{ (cm)} \\ &= \sqrt{2} \cos\pi \cdot \cos(0,4\pi t) = -\sqrt{2} \cos(0,4\pi t) \text{ (cm)} \end{aligned}$$

$$\text{Tốc độ dao động của điểm M: } u'_M = \sqrt{2} \cdot 0,4\pi \sin(0,4\pi t) \text{ (cm/s)}$$

$$\text{Lúc } t = 0,625\text{s} \text{ thì: } u'_M = \sqrt{2} \cdot 0,4\pi \sin(0,25\pi) = \sqrt{2} \cdot 0,4\pi \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 1,256 \text{ (cm/s)}$$

14.18. Đáp án C.

So phương trình đã cho với phương trình tổng quát:

$$u = A \cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ ta được: } \frac{2\pi}{\lambda} = 3\pi \rightarrow \lambda = \frac{2}{3} \text{ (cm)}$$

$$\text{Các nút trên dây cách B khoảng: } x = k \frac{\lambda}{2} = \frac{1}{3}k \text{ (cm) với } k = 0, 1, 2, \dots$$

$$\text{Vậy điểm M có } x = \frac{8}{3} \text{ cm là nút}$$

14.19. Đáp án B.

$$\text{Biên độ dao động tại vị trí x: } a = 2|\cos(10\pi x)|$$

$$\text{Tại } x = 7,5\text{cm} = 0,075\text{m} \text{ thì } a = 2|\cos(10\pi \cdot 0,075)| = 2\left|\cos\frac{3\pi}{4}\right| = 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = \sqrt{2} \text{ (cm)}$$

14.20. Đáp án C.

$$\text{Biên độ dao động của sóng dừng: } a = 4\left|\cos\left(\pi x + \frac{\pi}{2}\right)\right| \text{ (cm)}$$

$$\text{Với } a_{\max} = 4 \text{ (cm). Có } a = \frac{1}{2}a_{\max} \leftrightarrow \left|\cos\left(\pi x + \frac{\pi}{2}\right)\right| = \frac{1}{2}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \pi x + \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{3} + k\pi \\ \pi x + \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{3} + k\pi \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = -\frac{1}{6} + k \\ x = -\frac{5}{6} + k \end{cases}$$

M gần B nhất ứng với x bé nhất ($x \geq 0$)

$$\text{Với } k = 1 \rightarrow \begin{cases} x = \frac{5}{6} \text{ cm} \\ x = \frac{1}{6} \text{ cm} \end{cases} \text{ . Chọn đáp án là } x = \frac{1}{6} \text{ cm}$$

14.21. Đáp án A.

Với hai đầu cố định, điều kiện để có sóng dừng xảy ra là:

$$l = n \cdot \frac{\lambda}{2} \text{ (với } n = 1, 2, 3, \dots) \rightarrow n = \frac{2l}{\lambda} = \frac{2l}{v/f} = \frac{2lf}{v} = \frac{2 \cdot \frac{4}{3} \cdot 600}{400} = 4$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \text{Số bụng} = n = 4 \\ \text{Số nút} = n + 1 = 5 \end{cases}$$

14.22. Đáp án D.

$$\text{Chiều dài dây: } l = n \cdot \frac{\lambda}{2} = n \cdot \frac{v}{2f} \rightarrow v = \frac{2lf}{n} \text{ với } n = \text{Số bụng} = 3$$

$$\text{Nên: } v = \frac{2 \cdot 2,216}{3} = 288 \text{ (m/s)}$$

14.23. Đáp án B.

$$l = n \cdot \frac{\lambda}{2} = n \cdot \frac{v}{2f} \text{ (với } n = 1, 2, 3, \dots) \rightarrow v = \frac{2lf}{n} = \frac{2 \cdot 0,75 \cdot 430}{n} = \frac{645}{n} \text{ (m/s)}$$

$$\text{với } 200 \leq v = \frac{645}{n} \leq 300 \text{ (m/s)} \Rightarrow 2,15 \leq n \leq 3,225 \Rightarrow n = 3$$

$$\text{Vậy } v = \frac{645}{3} = 215 \text{ (m/s)}$$

14.24. Đáp án C.

$$\text{Có: } l = n \cdot \frac{\lambda}{2} = n \cdot \frac{v}{2f} \rightarrow \frac{n}{f} = \frac{v}{2l} \text{ : không đổi}$$

$$\text{Vậy: } \frac{n_1}{f_1} = \frac{n_2}{f_2} \rightarrow n_2 = n_1 \cdot \frac{f_2}{f_1} \text{ với: Số nút} = n_1 + 1 \rightarrow n_1 = \text{Số nút} - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$\text{Nên: } n_2 = 2 \cdot \frac{400}{200} = 4 \rightarrow \text{Số nút} = n_2 + 1 = 5$$

14.25. Đáp án A.

Để có sóng dừng trên dây có hai đầu cố định:

$$l = n \cdot \frac{\lambda}{2} = n \cdot \frac{v}{2f} \quad (\text{với } n = 1, 2, 3, \dots) \rightarrow \frac{n}{f} = \frac{2l}{v} : \text{không đổi}$$

$f: \min \leftrightarrow n: \min$ tức $n = 1$

$$\text{vậy: } \frac{1}{f_{\min}} = \frac{2l}{v} \rightarrow v = 2lf_{\min} = 2.0,8.185 = 296 \text{ (m/s)}$$

14.26. Đáp án B.

B là đầu tự do nên khi có sóng dừng xảy ra tại đó là bụng.

$$\text{Ta có: } l = m \cdot \frac{\lambda}{4} = m \cdot \frac{v}{4f} \quad (\text{với } m = 1, 3, 5, \dots) \rightarrow m = \frac{4lf}{v} = \frac{4.1.10}{8} = 5$$

$$\text{Số bụng} = \text{Số nút} = \frac{m+1}{2} = \frac{5+1}{2} = 3$$

14.27. Đáp án C.

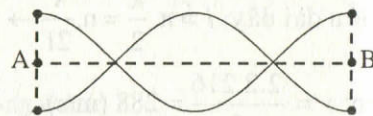
$$\text{Đầu A là nút, B là bụng nên: } l = m \cdot \frac{\lambda}{4} = m \cdot \frac{v}{4f} \rightarrow v = \frac{4lf}{m} = \frac{4.1.10}{8}$$

$$\text{Mà số bụng} = \frac{m+1}{2} = 3 \rightarrow m = 5. \text{ Vậy: } v = \frac{4.1.100}{5} = 80 \text{ (m/s)}$$

14.28. Đáp án D.

Hình vẽ cho thấy:

$$AB = 2 \cdot \frac{\lambda}{2} = \lambda = \frac{v}{f} = \frac{192}{120} = 1,6 \text{ (m)}$$



Bài 15. ĐẶC TRƯNG VẬT LÝ CỦA ÂM

TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Âm – Nguồn âm

a. Sóng âm là những sóng cơ truyền trong các môi trường khí, lỏng, rắn.

b. Nguồn âm là các vật dao động

Tần số của âm phát ra bằng tần số dao động của nguồn âm.

c. Âm nghe được – Hạ âm – Siêu âm.

- Âm nghe được (âm thanh) có tần số từ 16Hz đến 20000Hz

- Hạ âm có $f < 16 \text{ Hz}$

- Siêu âm có $f > 20000\text{Hz}$

d. Sự truyền âm.

- Âm được truyền qua các chất rắn, lỏng, khí và không truyền được trong chân không.

- Trong mỗi môi trường, âm truyền với một tốc độ xác định.

2. Những đặc trưng vật lý của âm

a. Tần số âm.

b. Cường độ âm và mức cường độ âm.

- Cường độ âm I tại một điểm là đại lượng đo bằng năng lượng mà sóng truyền qua một đơn vị diện tích tại điểm đó và vuông góc với phương truyền sóng trong một đơn vị thời gian. Đơn vị cường độ âm là: W/m^2
- Mức cường độ âm, kí hiệu là L , đơn vị deciben (dB) được tính bằng công thức

$$L(\text{dB}) = 10 \lg \frac{I}{I_0} \quad \text{với } I_0 \text{ là cường độ âm chuẩn}$$

c. Âm cơ bản và họa âm.

Khi nhạc cụ phát ra âm có tần số f_0 gọi là âm cơ bản thì cũng đồng thời phát ra các âm có tần số $2f_0, 3f_0, \dots$ gọi là họa âm thứ hai, thứ ba, ...

Tập hợp các họa âm tạo thành phổ của nhạc âm.

BÀI TẬP CƠ BẢN

Dạng 1. TÍNH CƯỜNG ĐỘ ÂM TẠI MỘT ĐIỂM

Nhắc lại định nghĩa:

Cường độ âm tại một điểm là đại lượng đo bằng năng lượng mà sóng âm truyền qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền sóng tại

điểm đó trong một đơn vị thời gian: $I = \frac{w}{S \cdot t}$

Với w là năng lượng (Jun) truyền qua diện tích $S \text{ (m}^2\text{)}$ trong thời gian t .

Ví dụ 1: Một sóng âm có dạng hình cầu được phát ra từ nguồn N có công suất P.

Biết rằng năng lượng âm được phát ra và truyền đi giống nhau theo mọi hướng và môi trường không hấp thụ âm. Cường độ âm tại một điểm cách nguồn âm một khoảng d là:

$$A. I = \frac{P}{d}$$

$$B. I = \frac{P}{\pi d^2}$$

$$C. I = \frac{P}{4\pi d^2}$$

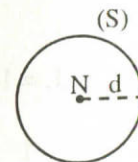
$$D. I = \frac{3P}{4\pi d^3}$$

Giải

Diện tích S của mặt cầu có bán kính d bao quanh nguồn N được tính bởi: $S = 4\pi d^2$

- Vì môi trường không hấp thụ âm nên trong thời gian t năng lượng âm w do nguồn phát ra cũng là năng lượng đã truyền qua diện tích S .

- Vì năng lượng âm truyền đi giống nhau theo mọi hướng nên năng lượng âm truyền qua mỗi đơn vị diện tích (đặt vuông góc với phương truyền) trong thời gian t là:



$$\frac{w}{S} = \frac{w}{4\pi d^2}$$

- Cường độ âm: $I = \frac{w}{S.t}$ với $\frac{w}{t} = P$ nên $I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi d^2}$. Chọn đáp án C.

Ví dụ 2: Một nguồn âm phát sóng âm hình cầu truyền đi đều theo mọi hướng. Biết rằng năng lượng âm được bảo toàn. Tại điểm cách nguồn âm 1,2m cường độ âm là 0,5 W/m². Khi dịch đi 20cm (kể từ vị trí trước) thì cường độ âm tăng lên và bằng.

A. $I = 0,60 \text{ W/m}^2$ B. $I = 0,72 \text{ W/m}^2$ C. $I = 0,84 \text{ W/m}^2$ D. $I = 0,96 \text{ W/m}^2$

Giải

Cường độ âm tại vị trí đầu: $I_1 = \frac{P}{4\pi d_1^2}$

Tại vị trí sau: $I_2 = \frac{P}{4\pi d_2^2}$

Lập tỉ số: $\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 \rightarrow I_2 = I_1 \cdot \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$

Vì $I_2 > I_1$ nên $d_2 < d_1$. Vậy $d_2 = d_1 - 0,2 = 1 \text{ (m)}$

Do đó $I_2 = 0,5 \cdot \left(\frac{1,2}{1,0}\right)^2 = 0,72 \text{ (W/m}^2\text{)}$. Chọn đáp án B.

Dạng 2. MỨC CƯỜNG ĐỘ ÂM

Mức cường độ âm là: $L \text{ (đơn vị B)} = \lg \frac{I}{I_0}$ hoặc $L \text{ (đơn vị dB)} = 10 \lg \frac{I}{I_0}$

Với I_0 là cường độ âm chuẩn $= 10^{-12} \text{ W/m}^2$

Ví dụ 1: Tiếng nhạc nhẹ nghe được trong phòng là 40db thì cường độ âm của nó so với cường độ âm chuẩn gấp.

A. 10^4 lần B. 40 lần C. 4 lần D. 10^{40} lần

Giải

Có: $L = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 40 \text{ (dB)}$

$$\lg \frac{I}{I_0} = 4 = \lg 10^4 \rightarrow \frac{I}{I_0} = 10^4$$

Cường độ âm I do tiếng nhạc phát ra gấp 10^4 lần cường độ âm chuẩn.

Chọn đáp án A.

Ví dụ 2: Giữa cường độ âm I_1, I_2 với các mức cường độ âm tương ứng L_1, L_2 chúng liên hệ bằng hệ thức:

$$A. \frac{L_2}{L_1} = \lg \frac{I_2}{I_1}$$

$$B. \frac{L_2}{L_1} = 10 \lg \frac{I_2}{I_1}$$

$$C. L_2 - L_1 = 10 \lg (I_2 - I_1) \text{ (dB)}$$

$$D. L_2 - L_1 = 10 \lg \frac{I_2}{I_1} \text{ (dB)}$$

Giải

$$\text{Có: } \begin{cases} L_2 = 10 \lg \frac{I_2}{I_1} \text{ (dB)} \\ L_1 = 10 \lg \frac{I_1}{I_0} \text{ (dB)} \end{cases}$$

$$\Rightarrow L_2 - L_1 = 10 \left(\lg \frac{I_2}{I_0} - \lg \frac{I_1}{I_0} \right) = 10 \lg \frac{I_2/I_0}{I_1/I_0} = 10 \lg \frac{I_2}{I_1} \text{ (dB)}$$

Chọn đáp án D.

Ghi nhớ. $L_2 - L_1 = 10 \lg \frac{I_2}{I_1} \text{ (dB)}$

Ví dụ 3: Nguồn âm phát sóng hình cầu truyền đi giống nhau theo mọi hướng. Biết rằng môi trường không hấp thụ âm.

Tại điểm A cách nguồn âm R_A có mức cường độ âm là $L_A \text{ (dB)}$ thì tại B cách nguồn âm R_B có mức cường độ âm là $L_B \text{ (dB)}$ mà

$$A. L_B - L_A = 10 \lg \frac{R_B}{R_A} \text{ (dB)}$$

$$B. L_B - L_A = 10 \lg \frac{R_A}{R_B} \text{ (dB)}$$

$$C. L_B - L_A = 20 \lg \frac{R_A}{R_B}$$

$$D. L_B - L_A = 20 \lg \frac{R_B}{R_A}$$

Giải

$$\text{Có: } \begin{cases} I_A = \frac{P}{4\pi R_A^2} \\ I_B = \frac{P}{4\pi R_B^2} \end{cases} \text{ (Ví dụ 1 - dạng 1 - trang 255)}$$

$$\text{Và: } L_B - L_A = 10 \lg \frac{I_B}{I_A} = 10 \lg \left(\frac{R_A}{R_B} \right)^2 = 20 \lg \left(\frac{R_A}{R_B} \right)$$

Chọn đáp án C.

Dạng 3. ÂM CƠ BẢN VÀ HỌA ÂM

- Một nhạc cụ luôn luôn phát ra âm cơ bản có tần số f_0 và các âm có tần số $2f_0, 3f_0, \dots$ gọi là các họa âm thứ hai, thứ ba, ...
- Biên độ các họa âm lớn nhỏ không như nhau mà phụ thuộc vào chính nhạc cụ đó.
- Tập hợp các họa âm tạo thành phổ của nhạc âm đó.

Ví dụ 1: Một dây đàn có chiều dài l , tốc độ truyền sóng trên dây là v . Khi có sóng dừng xảy ra, dây đàn phát ra âm cơ bản có tần số:

- A. $f_0 = \frac{v}{l}$ B. $f_0 = \frac{v}{2l}$ C. $f_0 = \frac{2v}{l}$ D. $f_0 = \frac{v}{4l}$

Giải

Dây đàn có hai đầu cố định nên khi có sóng dừng xảy ra thì hai đầu là hai nút, lúc đó: $l = n \cdot \frac{\lambda}{2} = n \cdot \frac{v}{2f} \rightarrow f = n \cdot \frac{v}{2l}$ ($n = 1, 2, 3, \dots$)

Âm cơ bản có tần số bé nhất (ứng với $n = 1$). Vậy tần số âm cơ bản là:

$$f_0 = \frac{v}{2l} \quad \text{Chọn đáp án B.}$$

Ví dụ 2: Ống sáo gồm một ống chiều dài l , một đầu kín và một đầu hở. Cột không khí trong ống khi xảy ra sóng dừng có một đầu là nút (ở đầu kín) và một đầu là bụng (ở đầu hở). Biết tốc độ truyền sóng âm trong cột không khí là v . Tần số âm cơ bản của ống sáo là:

- A. $f_0 = \frac{v}{l}$ B. $f_0 = \frac{v}{2l}$ C. $f_0 = \frac{2v}{l}$ D. $f_0 = \frac{v}{4l}$

Giải

Một đầu là nút và một đầu là bụng nên: $l = m \cdot \frac{\lambda}{4} = m \cdot \frac{v}{4f} \rightarrow f = m \cdot \frac{v}{4l}$
(với $m = 1, 3, 5, \dots$)

Âm cơ bản có tần số bé nhất ($m = 1$) nên: $f_0 = \frac{v}{4l}$. Chọn đáp án D.

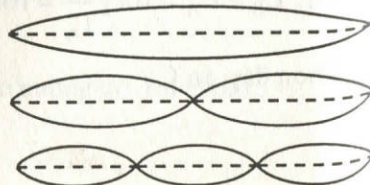
Ghi nhớ.

1. Tần số họa âm thứ n của dây đàn: $f = n \cdot \frac{v}{2l}$
($n = 1, 2, 3, \dots$)

a. Âm cơ bản (hay họa âm thứ nhất)

b. Họa âm thứ hai

c. Họa âm thứ ba

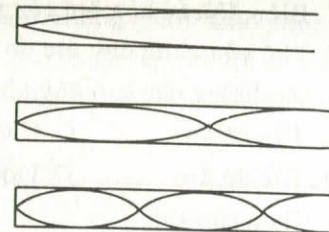


2. Tần số họa âm thứ n của ống sáo: $f = n \cdot \frac{v}{4l}$
($n = 1, 3, 5, \dots$)

a. Âm cơ bản (hay họa âm thứ nhất)

b. Họa âm thứ ba

c. Họa âm thứ năm



CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

15.1. Chọn câu đúng

- A. Sóng âm truyền được trong các môi trường rắn, lỏng, khí và chân không.
B. Âm thanh chỉ những âm mà ta nghe được.
C. Khi sóng âm truyền qua không khí, mỗi phân tử không khí dao động quanh vị trí cân bằng theo mọi phương khác nhau.
D. Tần số của âm phát ra tùy thuộc vào môi trường truyền âm.

15.2. Âm có tác dụng làm cho màn nhĩ trong tai ta dao động có tần số trong khoảng:

- A. 16Hz đến 20000Hz B. 20Hz đến 16000Hz
C. 20Hz đến 20000Hz D. 16Hz đến 20000Hz

15.3. Cường độ âm tại một điểm là:

- A. tần số âm tại điểm đó.
B. năng lượng âm truyền qua điểm đó trong một giây.
C. năng lượng âm truyền qua một đơn vị diện tích đặt tại điểm đó trong một đơn vị thời gian.
D. một định nghĩa khác với A, B, C.

15.4. Đơn vị cường độ âm là:

- A. J/m^2 B. m^2/J C. W/m^2 D. J/s .

15.5. Công thức đúng để tính cường độ âm là:

- A. $L \text{ (dB)} = 10 \lg \frac{I}{I_0}$ B. $L \text{ (B)} = 10 \lg \frac{I}{I_0}$
C. $L \text{ (dB)} = 10 \lg \frac{I}{I_0}$ D. $L \text{ (dB)} = 10 \lg \frac{I_0}{I}$

15.6. Chọn câu sai:

- A. Âm cơ bản của một nhạc cụ có tần số f_0 thì âm có tần số $3f_0$ là họa âm thứ ba của nhạc cụ đó.
B. Tập hợp các họa âm của một nhạc âm là phổ của nhạc âm đó.

- C. Biên độ các họa âm của một nhạc cụ lớn nhỏ như nhau.
D. Phổ của cùng một âm do các nhạc cụ khác nhau phát ra thì khác nhau.
- 15.7. Đại lượng nào sau đây không phải là đặc trưng của âm
A. Tần số âm. C. Cường độ âm (hoặc mức cường độ âm)
B. Tốc độ âm D. Đồ thị dao động của âm.
- 15.8. Chọn câu sai:
A. Sóng âm là những sóng cơ truyền trong các môi trường khí, lỏng, rắn.
B. Trong chất rắn, sóng âm gồm cả sóng dọc và sóng ngang.
C. Tốc độ truyền âm phụ thuộc vào nguồn âm.
D. Âm thanh là những âm mà tai con người có thể nghe được.
- 15.9. Một nguồn âm có công suất $P = 6,28\text{W}$ phát ra sóng âm truyền đi theo mọi hướng trong không gian. Biết rằng môi trường không hấp thụ âm.
Lấy $\pi = 3,14$. Cường độ âm tại một điểm cách nguồn âm 2m là:
A. $I = 1,25\text{W/m}^2$ B. $I = 2,50\text{W/m}^2$ C. $I = 0,125\text{W/m}^2$ D. $I = 0,250\text{W/m}^2$
- 15.10. Một nguồn âm có công suất nhất định phát ra sóng âm hình cầu. Cho rằng năng lượng âm truyền đi được bảo toàn. Khi khoảng cách từ nguồn âm đến một điểm tăng 2 lần thì cường độ âm tại điểm đó:
A. tăng 2 lần B. giảm 2 lần C. tăng 4 lần D. giảm 4 lần.
- 15.11. Một nguồn âm phát ra sóng âm hình cầu trong không gian. Cho rằng môi trường không hấp thụ âm. Nếu ta dịch theo đường thẳng đi qua nguồn âm 2m so với vị trí lúc đầu thì cường độ âm nghe được tăng lên 2,25 lần. Lúc đầu ta đứng cách nguồn âm
A. 12m B. 6m C. 8m D. 14m
- 15.12. Tai con người có thể nghe được âm có cường độ từ 10^{-12}W/m^2 đến 10W/m^2 ứng với mức cường độ âm là:
A. 1dB đến 13dB B. 0dB đến 13dB
C. 0dB đến 130dB D. 1dB đến 130dB
- 15.13. Cường độ âm tăng thêm 100 lần thì mức cường độ âm tăng thêm.
A. 20dB B. 10dB C. 200dB D. 1000dB
- 15.14. Mức độ âm tại một điểm trong phòng học lúc thầy giáo đang giảng bài là 40dB . Cường độ âm tại điểm đó là:
A. 10^4W/m^2 B. 10^{-8}W/m^2 C. 10^{-12}W/m^2 D. 10^{-4}W/m^2
- 15.15. Tại điểm A cách nguồn âm 2m có mức cường độ âm là 20dB thì tại điểm B cách nguồn âm 10m có mức cường độ âm xấp xỉ:
A. 14dB B. 4dB C. 8dB D. 6dB

- 15.16. Một nguồn âm S phát sóng hình cầu trong không gian. Cho rằng môi trường không hấp thụ âm. Đi từ điểm A ra xa S trên đường SA tới B sao cho $AB = 9SA$ (hình vẽ) thì cường độ âm và mức cường độ âm lần lượt đã
A. tăng lên 81 lần; tăng xấp xỉ 19dB .
B. giảm xuống 81 lần; giảm xấp xỉ 19dB .
C. tăng lên 100 lần; tăng 20dB .
D. giảm xuống 100 lần; giảm 20dB .



- 15.17. S là nguồn âm phát sóng hình cầu. Cho rằng môi trường không hấp thụ âm. Trên nửa đường thẳng Sx , cường độ âm tại hai điểm A, B lần lượt là: $I_A = 37,5 \cdot 10^{-4}\text{W/m}^2$, $I_B = 1,5 \cdot 10^{-4}\text{W/m}^2$. M là trung điểm của AB có cường độ âm xấp xỉ bằng
A. $I_M = 21,6 \cdot 10^{-4}\text{W/m}^2$ B. $I_M = 4,17 \cdot 10^{-4}\text{W/m}^2$
C. $I_M = 14,3 \cdot 10^{-4}\text{W/m}^2$ D. $I_M = 8,64 \cdot 10^{-4}\text{W/m}^2$
- 15.18. O là nguồn phát sóng âm đẳng hướng. Năng lượng âm truyền đi không bị môi trường hấp thụ. Biết cường độ âm tại một điểm tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách từ nguồn âm đến điểm ấy. Mức cường độ âm tại hai điểm A, B trên nửa đường thẳng Ox lần lượt là $L_A = 60\text{dB}$ và $L_B = 40\text{dB}$. Mức cường độ âm tại trung điểm M của AB xấp xỉ:
A. $45,2\text{dB}$ B. $50,0\text{dB}$ C. $38,4\text{dB}$ D. $56,5\text{dB}$

HƯỚNG DẪN GIẢI

- 15.1 Đáp án B. 15.2 Đáp án D.
15.3 Đáp án D.
Cường độ âm tại một điểm là đại lượng đo bằng lượng năng lượng mà sóng âm tải qua một đơn vị diện tích đặt tại điểm đó, vuông góc với phương truyền sóng trong một đơn vị thời gian.
15.4 Đáp án C.
15.5 Đáp án A.
15.6 Đáp án C.
Biên độ của các họa âm lớn nhỏ không như nhau tùy thuộc vào chính nhạc cụ đó.
15.7 Đáp án B.
Về phương diện vật lí, âm được đặc trưng bằng tần số, cường độ (hoặc mức cường độ) và đồ thị dao động của âm.
15.8 Đáp án C.
Đúng là: tốc độ truyền âm phụ thuộc vào tính đàn hồi và khối lượng riêng của môi trường.

15.9. Đáp án C.

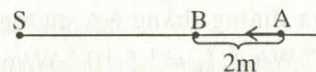
$$I = \frac{P}{4\pi R^2} = \frac{6,28}{4\pi \cdot 2^2} = 0,125 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

15.10. Đáp án D.

$$I = \frac{P}{4\pi R^2} : \text{giảm 4 lần khi R tăng 2 lần}$$

15.11. Đáp án B.

$$\begin{cases} I_A = \frac{P}{4\pi r_A^2} \\ I_B = \frac{P}{4\pi r_B^2} \end{cases} \Rightarrow \frac{I_B}{I_A} = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2$$



$$\rightarrow \frac{r_A}{r_B} = \sqrt{\frac{I_B}{I_A}} = \sqrt{2,25} = 1,5 \text{ mà } r_A = r_B - 2 \text{ nên: } \frac{r_A}{r_A - 2} = 1,5 \rightarrow r_A = 6 \text{ (m)}$$

15.12. Đáp án C.

$$L \text{ (dB)} = 10 \lg \frac{I}{I_0} \text{ với } I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

$$\bullet I_{\min} = 10^{-12} \text{ W/m}^2 \text{ thì } L_{\min} = 10 \lg \frac{10^{-12}}{10^{-12}} = 10 \lg 1 = 0$$

$$\bullet I_{\max} = 10 \text{ W/m}^2 \text{ thì } L_{\max} = 10 \lg \frac{10}{10^{-12}} = 10 \lg 10^{13} = 130 \text{ (dB)}$$

Vậy $L = 0$ dB đến 130 dB.

15.13. Đáp án A.

$$\begin{aligned} \text{Có: } L_A - L_B &= 10 \lg \frac{I_A}{I_B} \text{ với } I_A = 100 I_B \\ &= 10 \lg 10^2 = 20 \text{ (dB)} \end{aligned}$$

15.14. Đáp án B.

$$L \text{ (dB)} = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 40$$

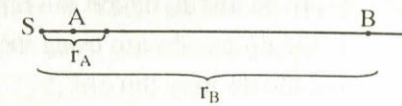
$$\lg \frac{I}{I_0} = 4 = \lg 10^4 \rightarrow \frac{I}{I_0} = 10^4 \rightarrow I = 10^4 I_0 = 10^4 \cdot 10^{-12} = 10^{-8} \text{ (W/m}^2\text{)}$$

15.15. Đáp án D.

$$L_A - L_B = 20 \lg \frac{r_B}{r_A} \rightarrow L_B = L_A - 20 \lg \frac{r_B}{r_A} = 20 - 20 \lg \frac{10}{2} \approx 6 \text{ (dB)}$$

15.16. Đáp án D.

$$\bullet r_B = r_A + AB = 10 r_A \rightarrow \frac{r_B}{r_A} = 10$$



$$\bullet \frac{I_A}{I_B} = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 = 100 : \text{cường độ âm giảm 100 lần}$$

$$L_A - L_B = 20 \lg \frac{r_B}{r_A} = 20 \lg 10 = 20 \text{ (dB)}$$

Mức cường độ âm từ A $\rightarrow$ B giảm 20 dB

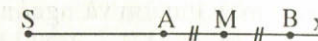
15.17. Đáp án B.

$$\bullet \frac{I_A}{I_B} = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2$$

$$\rightarrow \frac{r_B}{r_A} = \sqrt{\frac{I_A}{I_B}} = \sqrt{\frac{37,5 \cdot 10^{-4}}{1,5 \cdot 10^{-4}}} = 5 \rightarrow r_B = 5 r_A$$

$$\bullet r_M = \frac{r_A + r_B}{2} = \frac{r_A + 5 r_A}{2} = 3 r_A$$

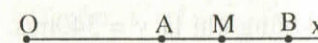
$$\bullet \frac{I_M}{I_A} = \left(\frac{r_A}{r_M}\right)^2 = \left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{1}{9} \Rightarrow I_M = \frac{I_A}{9} = \frac{37,5 \cdot 10^{-4}}{9} \approx 4,17 \cdot 10^{-4} \text{ (W/m}^2\text{)}$$



15.18. Đáp án A.

$$\bullet L_A - L_B = 20 \lg \frac{r_B}{r_A} \Leftrightarrow 60 - 40 = 20 \lg \frac{r_B}{r_A} \rightarrow \lg \frac{r_B}{r_A} = 1 = \lg 10 \rightarrow r_B = 10 r_A$$

$$\bullet \text{Mà } r_M = \frac{r_A + r_B}{2} = 5,5 r_A$$



$$\bullet L_A - L_M = 20 \lg \frac{r_M}{r_A} = 20 \lg 5,5$$

$$L_M = L_A - 20 \lg 5,5 \approx 45,2 \text{ (dB)}$$

Bài 16. HIỆU ỨNG ĐỐP – PLE

(Theo chương trình nâng cao)

TÓM TẮT LÝ THUYẾT

- Hiệu ứng Đốp – Ple là hiện tượng tần số máy thu âm thu được khác với tần số phát ra từ nguồn âm. (tăng hay giảm).
- Công thức:

$$\text{- Công thức liên hệ: } f' = f \cdot \frac{v \pm v_M}{v \mp v_S}$$

f' : tần số máy thu âm thu được
 f : tần số âm do nguồn âm phát ra
 v : tốc độ truyền âm trong môi trường
 v_M : tốc độ máy thu âm
 v_S : tốc độ nguồn âm

- Cách chọn dấu:

- Khi máy thu âm và nguồn âm chuyển động lại gần nhau thì $f' > f$:

$$f' = f \cdot \frac{v + v_M}{v - v_S}$$

- Khi máy thu âm và nguồn âm chuyển động ra xa nhau thì $f' < f$:

$$f' = f \cdot \frac{v - v_M}{v + v_S}$$

- Nếu máy thu đứng yên thì: $v_M = 0$; nguồn âm đứng yên thì $v_S = 0$.

CÁC DẠNG BÀI TẬP CƠ BẢN

Dạng 1. NGUỒN ÂM HOẶC MÁY THU ĐỨNG YÊN

Từ công thức: $f' = f \cdot \frac{v \pm v_M}{v \mp v_S}$

- Nếu nguồn âm đứng yên ($v_S = 0$): $f' = f \cdot \frac{v \pm v_M}{v}$
- Nếu máy thu đứng yên ($v_M = 0$): $f' = f \cdot \frac{v}{v \mp v_S}$

Ví dụ 1: Một cái còi phát ra âm có tần số $f = 1000\text{Hz}$. Biết tốc độ truyền âm trong không khí là $v = 340\text{m/s}$. Một người chạy về phía tiếng còi phát ra với tốc độ $v_0 = 36\text{km/h}$ sẽ nghe được âm có tần số:

- A. 970,6Hz B. 1029,4Hz C. 1030,3Hz D. 1105,9Hz

Giải

Công thức tổng quát: $f' = f \cdot \frac{v \pm v_M}{v \mp v_S}$

Nguồn âm (còi) đứng yên ($v_S = 0$) nên: $f' = f \cdot \frac{v \pm v_M}{v}$

Máy thu (người) về gần nguồn âm (còi) nên: $f' > f$

Vậy: $f' = f \cdot \frac{v + v_M}{v}$ với $v_M = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 10 \text{ m/s}$

Nên: $f' = 1000 \cdot \frac{340 + 10}{340} \approx 1029,4 \text{ Hz}$. Chọn đáp án B.

Ví dụ 2: Một ô tô đang chạy với tốc độ 72 km/h về phía một người đang đứng yên trên lề đường thì kéo còi. Tần số do còi phát ra là 1200Hz . Tốc độ truyền âm trong không khí là 330m/s . Tần số âm mà người đứng yên nghe được là:

- A. 1277,4Hz B. 1534,9Hz C. 1272,7Hz D. 1131,4Hz

Giải

Từ công thức: $f' = f \cdot \frac{v \pm v_M}{v \mp v_S}$

- Người (máy thu âm) đang đứng yên ($v_M = 0$) nên: $f' = f \cdot \frac{v}{v \mp v_S}$
- Ô tô (nguồn âm) về gần người nghe tức $f' > f$ nên: $f' = f \cdot \frac{v}{v - v_S}$

Với: $v_S = 72\text{km/h} = 20\text{m/s}$. Vậy $f' = 1200 \cdot \frac{330}{330 - 20} \approx 1277,4 \text{ (Hz)}$

Chọn đáp án A.

Ví dụ 3: Người tài xế ô tô đang chạy thì nghe được tiếng còi của cảnh sát với tần số 950Hz . Biết người cảnh sát đang đứng yên trên lề đường, tiếng còi phát ra với tần số 1025Hz và tốc độ truyền âm trong không khí là 340m/s . Ô tô đang chuyển động với tốc độ:

- A. 72km/h B. 60km/h C. 90km/h D. 100km/h

Giải

Có: $f' = f \cdot \frac{v \pm v_M}{v \mp v_S}$

- Nguồn âm (người cảnh sát) đứng yên ($v_S = 0$) nên: $f' = f \cdot \frac{v \pm v_M}{v}$
- $f' = 950\text{Hz} < f = 1025\text{Hz}$ nên: $f' = f \cdot \frac{v - v_M}{v}$

$$\begin{aligned} \rightarrow v_M &= v \cdot \frac{f - f'}{f} = 340 \cdot \frac{1025 - 950}{1025} = \frac{25500}{1025} \text{ (m/s)} \\ &= \frac{25500}{1025} \times 3,6 \left(\frac{\text{km}}{\text{h}} \right) \approx 90 \text{ (km/h)}. \text{ Chọn đáp án C.} \end{aligned}$$

Dạng 2. CẢ NGUỒN ÂM VÀ MÁY THU ÂM ĐỀU CHUYỂN ĐỘNG

- Tần số máy thu âm thu được: $f' = f \cdot \frac{v \pm v_M}{v \mp v_S}$
- **Máy thu** chuyển động:
 - Hướng về phía nguồn âm thì lấy $(+v_M)$

- Hướng ra xa nguồn âm thì lấy $(-v_M)$

- **Nguồn âm chuyển động:**

- Hướng về phía máy thu âm thì lấy $(-v_S)$
- Hướng ra xa máy thu âm thì lấy $(+v_S)$

Ví dụ : Ô tô và người đi xe đạp chuyển động ngược chiều nhau. Tốc độ ô tô và người đi xe đạp lần lượt 72km/h và 18km/h. Tốc độ truyền âm trong không khí là 340m/s. Còi ô tô phát ra âm có tần số 1080Hz thì người đi xe đạp sẽ nghe được tiếng còi với tần số

- A. 1160,6Hz B. 1096,2Hz C. 1128,5Hz D. 1164,4Hz

Giải

Có: $f' = f \cdot \frac{v \pm v_M}{v \mp v_S}$

- Máy thu âm (người đi xe đạp) hướng về nguồn âm (ô tô) nên lấy $(+v_M)$
- Nguồn âm (còi ô tô) hướng về máy thu âm (người đi xe đạp) nên lấy $(-v_S)$

Vậy: $f' = f \cdot \frac{v + v_M}{v - v_S}$

Với $\begin{cases} v_M = 18\text{km/h} = 5\text{m/s} \\ v_S = 72\text{km/h} = 20\text{m/s} \end{cases}$ nên $f' = 1080 \cdot \frac{340 + 5}{340 - 20} \approx 1164,4 \text{ (Hz)}$

Chọn đáp án D.

Dạng 3. MÁY THU ÂM NHẬN ĐƯỢC ÂM TỪ VẬT PHẢN XẠ ÂM

- Lúc đầu vật phản xạ âm coi như máy thu âm và nhận được âm có tần số:

$f' = f \cdot \frac{v \pm v_0}{v \mp v_S}$ với v_0 là tốc độ của vật phản xạ âm.

- Sau đó vật phản xạ âm coi như nguồn âm và phát ra âm cũng có tần số f' .

- Máy thu âm sẽ tiếp nhận âm có tần số: $f'' = f' \cdot \frac{v \pm v_M}{v \mp v_0}$.

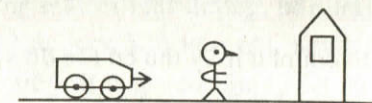
Ví dụ 1: Một ô tô chuyển động với tốc độ 60km/h về phía bức tường của nhà cao tầng và kéo còi. Tần số âm do còi phát ra là 1128Hz. Tốc độ truyền âm trong không khí là 330m/s. Một người đứng yên trên lề đường (cùng phía ô tô so với bức tường) sẽ nghe được âm phản xạ từ bức tường có tần số.

- A. 1152Hz B. 1188Hz C. 1185Hz D. 1216Hz

Giải

Bức tường nhận được âm có tần số: $f' = f \cdot \frac{v \pm v_0}{v \mp v_S}$

Với $\begin{cases} v_0 = 0 \\ v_S = 60\text{km/h} = \frac{50}{3}\text{m/s} \end{cases}$



Và vì ô tô chuyển động về hướng bức tường nên lấy $(-v_S)$:

$f' = f \cdot \frac{v}{v - v_S} = 1128 \cdot \frac{330}{330 - \frac{50}{3}} = 1188 \text{ (Hz)}$

- Sau đó bức tường phản xạ âm với tần số $f' = 1188\text{Hz}$ và coi như nguồn âm.
- Người là máy thu âm. Cả nguồn âm và máy thu đều đứng yên nên người nghe được âm có tần số: $f'' = f' = 1188 \text{ (Hz)}$

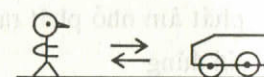
Chọn đáp án B.

Ví dụ 2: Người cảnh sát đứng trên lề đường thấy một ô tô đang chạy về phía mình với tốc độ 100km/h thì thổi còi. Biết tốc độ truyền âm trong không khí là 340m/s. Tần số âm do còi phát ra là 1025Hz và người cảnh sát sẽ nghe được âm sau khi phản xạ từ ô tô có tần số là:

- A. 1216Hz B. 1185Hz C. 1368Hz D. 1324Hz

Giải

- Ô tô nhận được âm có tần số: $f' = f \cdot \frac{v + v_M}{v}$



với $v_M = 100\text{km/h} = \frac{250}{9}\text{m/s}$

- Sau đó ô tô coi như nguồn âm chuyển động về phía máy thu (người cảnh sát) Người cảnh sát nhận được âm:

$f'' = f' \cdot \frac{v}{v - v_S}$ với $v_S = 100\text{km/h} = \frac{250}{9}\text{m/s}$

$= f \cdot \frac{v + v_M}{v} \times \frac{v}{v - v_S} = f \cdot \frac{v + v_M}{v - v_S} = 1025 \cdot \frac{340 + \frac{250}{9}}{340 - \frac{250}{9}} = 1324 \text{ (Hz)}$

Chọn đáp án D.

Ví dụ 3: Một máy dò tốc độ đặt cố định phát ra sóng âm có tần số 1240Hz hướng về một chiếc ô tô đang chạy lại gần thì máy dò nhận được âm phản xạ từ ô tô với tần số 1480Hz. Tốc độ truyền âm trong không khí là 340m/s. Tốc độ ô tô là:

- A. 72km/h B. 108km/h C. 60km/h D. 120km/h

Giải

Ô tô coi như máy thu có tốc độ $v_M = v_0$ thu được âm có tần số:

$$f' = f \cdot \frac{v + v_M}{v} = f \cdot \frac{v + v_0}{v}$$

Sau đó ô tô coi như nguồn phát âm chuyển động về gần máy thu (máy dò) với tốc độ $v_S = v_0$ và máy thu được âm có tần số:

$$f'' = f' \cdot \frac{v}{v - v_S} = f' \cdot \frac{v}{v - v_0} = f \cdot \frac{v + v_0}{v} \cdot \frac{v}{v - v_0} = f \cdot \frac{v + v_0}{v - v_0}$$

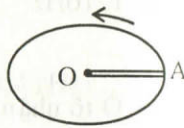
$$1480 = 1240 \cdot \frac{340 + v_0}{340 - v_0} \rightarrow v_0 = 30 \text{ m/s} = 108 \text{ km/h. Chọn đáp án B.}$$

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

16.1. Khi có sự chuyển động tương đối giữa nguồn phát âm và máy thu âm, hiệu ứng Doppler – ple cho ta biết mối liên hệ giữa nguồn phát và máy thu về.

- A. cường độ âm B. mức cường độ âm
C. tần số âm D. âm sắc.

16.2. Một thanh OA quay tròn đều trong mặt phẳng nằm ngang quanh trục O. Đầu A của thanh có gắn một nguồn phát âm nhỏ phát ra âm có độ cao không đổi. Chọn câu trả lời đúng



So với độ cao của âm phát ra từ nguồn âm thì:

- A. người quan sát tại O sẽ nghe được âm có độ cao thay đổi.
B. người quan sát tại điểm bên ngoài vòng quay luôn luôn nghe âm cao hơn.
C. người quan sát tại điểm bên ngoài vòng quay luôn luôn nghe âm thấp hơn.
D. người quan sát tại điểm bên ngoài vòng quay nghe được âm lúc cao hơn, lúc thấp hơn.

16.3. Một người đứng yên trên đường nghe được tiếng còi ô tô với tần số 1028Hz, lúc này ô tô đang hướng về phía người đứng yên với tốc độ 54km/h. Biết tốc độ truyền âm trong không khí là 335m/s. Tần số âm do còi phát ra là:

- A. 982Hz B. 1074Hz C. 862Hz D. 984Hz

16.4. Hai người A và B đứng yên trên lề đường và cách nhau một khoảng. Ô tô đang chạy theo hướng người từ A đến B, với tốc độ 72km/h. Khi ô tô vào khoảng giữa hai người thì ô tô kéo còi. Tốc độ truyền âm trong không khí là 340m/s. Người B nghe được tiếng còi với tần số 1080Hz thì người A nghe được tiếng còi với tần số:

- A. 1215Hz B. 703Hz C. 960Hz D. 895Hz

16.5. Một người đứng yên trên lề đường hướng mắt ra mặt đường, bên trái có ô tô chạy tới và bên phải là bức tường cao. Lúc này ô tô kéo còi, người ấy sẽ nghe được đồng thời sóng âm truyền trực tiếp từ ô tô (có tần số f_1) và sóng âm phản xạ ở tường (có tần số f_2) mà:

- A. $f_1 = f_2$ B. $f_1 \geq f_2$ C. $f_1 > f_2$ D. $f_1 < f_2$

16.6. Một người đứng yên trên lề đường nghe được tiếng còi ô tô có tần số 960Hz. Biết ô tô đang chạy ra xa với tốc độ 90 km/h và tốc độ truyền âm trong không khí là 335m/s. Còi ô tô đã phát ra âm có tần số:

- A. 893Hz B. 1218Hz C. 888Hz D. 1032Hz

16.7. Một máy dò tốc độ phát ra sóng âm có tần số 900Hz thì nhận được âm có tần số 1200Hz. Do sự phản xạ âm của chiếc ô tô đang chạy ra xa. Biết tốc độ âm truyền trong không khí là 340m/s. Tốc độ ô tô là:

- A. 120km/h B. 175km/h C. 150km/h D. 200km/h

16.8. Hai ô tô A và B chuyển động ngược chiều nhau với tốc độ lần lượt 54km/h và 72km/h. Biết tốc độ truyền âm trong không khí là 330m/s. Ô tô A kéo còi phát ra âm có tần số 800Hz thì ô tô B nhận được có tần số:

- A. 889Hz B. 854Hz C. 916Hz D. 865Hz

HƯỚNG DẪN GIẢI

16.1. Đáp án C.

16.2. Đáp án D.

Người quan sát tại điểm bên ngoài vòng quay nghe được âm cao hơn (tức có tần số lớn hơn) khi nguồn âm chuyển động lại gần và thấp hơn khi chuyển động ra xa.

16.3. Đáp án A.

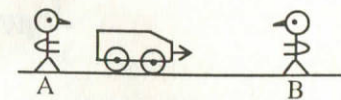
Tần số âm nghe được: $f' = f \cdot \frac{v \pm v_0}{v \mp v_S}$, với $\begin{cases} v_M = 0 \\ \text{Ô tô về gần nên } f' > f \rightarrow \text{lấy } (-v_S) \end{cases}$

Vậy: $f' = f \cdot \frac{v}{v - v_S} \rightarrow f = f' \cdot \frac{v - v_S}{v}$, trong đó $v_S = 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$

$$= 1028 \cdot \frac{335 - 15}{335} \approx 982 \text{ (Hz)}$$

16.4. Đáp án C.

$$\begin{cases} f_A = f \cdot \frac{v}{v + v_S} \\ f_B = f \cdot \frac{v}{v - v_S} \end{cases}$$



$$\Rightarrow \frac{f_A}{f_B} = \frac{v - v_S}{v + v_S} = \frac{340 - 20}{340 + 20} = \frac{320}{360} \Rightarrow f_A = \frac{32}{36} \times 1080 = 960 \text{ (Hz)}$$

16.5. Đáp án A.

- Người nhận được âm trực tiếp từ ô tô có tần số:

$$f_1 = f \cdot \frac{v}{v - v_S}$$

- Tường cũng nhận trực tiếp từ ô tô âm có tần số: $f' = f \cdot \frac{v}{v - v_S} = f_1$

Sau đó âm phản xạ và người đứng yên cũng sẽ nhận được âm có tần số:

$$f_2 = f' = f_1$$

16.6. Đáp án D.

Tần số âm nghe được: $f' = f \cdot \frac{v}{v + v_S} \rightarrow f = f' \cdot \frac{v + v_S}{v}$ với $v_S = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$

$$= 960 \cdot \frac{335 + 25}{335} \approx 1032 \text{ (Hz)}$$

16.7. Đáp án B.

Ô tô nhận được âm và phản xạ âm có tần số: $f' = f \cdot \frac{v + v_0}{v}$ (v_0 là tốc độ ô tô)

Máy dò nhận được âm có tần số:

$$f'' = f' \cdot \frac{v}{v - v_0} = f \cdot \frac{v + v_0}{v} \cdot \frac{v}{v - v_0} = f \cdot \frac{v + v_0}{v - v_0}$$

$$\Rightarrow v_0 = \frac{f'' - f}{f'' + f} \cdot v = \frac{1200 - 900}{1200 + 900} \times 340 = \frac{300}{2100} \times 340 \times 3,6 \text{ (km/h)} \approx 175 \text{ (km/h)}$$

16.8. Đáp án A.

Ở đây $v_S = v_A = 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$

$$v_M = v_B = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$$

$$\text{và } f' > f \text{ nên: } f' = f \cdot \frac{v + v_B}{v - v_A} = 800 \cdot \frac{330 + 20}{330 - 15} \approx 889 \text{ (Hz)}$$

Bài 17. TỔNG KẾT CHƯƠNG III : SÓNG CƠ

MỘT SỐ BIỂU THỨC CẦN NHỚ

1. Phương trình sóng:

$$u = u_0 \cos \left(\frac{2\pi}{T} \cdot t - \frac{2\pi}{\lambda} \cdot x \right)$$

2. Giao thoa sóng:

- Nếu hai nguồn kết hợp cùng pha

$$\bullet \text{ Độ lệch pha của hai sóng tại M: } \Delta\varphi = \frac{2\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}$$

$$\bullet A_M : \max \leftrightarrow d_2 - d_1 = k \cdot \lambda$$

$$A_M : \min \leftrightarrow d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2} \right) \cdot \lambda$$

- Nếu hai nguồn kết hợp ngược pha

$$\bullet \text{ Độ lệch pha của hai sóng tại M: } \Delta\varphi = \frac{2\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} + \pi$$

$$\bullet A_M : \max \leftrightarrow d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2} \right) \cdot \lambda$$

$$A_M : \min \leftrightarrow d_2 - d_1 = k \cdot \lambda$$

3. Sóng dừng:

$$\text{- Biểu thức sóng dừng: } u = A \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} x + \alpha \right) \cdot \cos \left(\frac{2\pi}{T} t + \beta \right)$$

$$\text{- Hai đầu cố định: } \ell = n \cdot \frac{\lambda}{2} \text{ (} n = 1, 2, 3, \dots \text{), với } \begin{cases} \text{Số bụng} = n \\ \text{Số nút} = n + 1 \end{cases}$$

$$\text{- Một đầu cố định, một đầu tự do: } \ell = m \cdot \frac{\lambda}{4} \text{ (} m = 1, 3, 5, \dots \text{)}$$

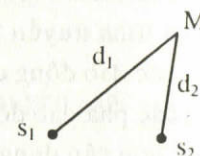
$$\text{với: Số bụng} = \text{Số nút} = \frac{m+1}{2}$$

4. Sóng âm:

$$\text{- Nguồn âm là một điểm phát sáng hình cầu: } I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

$$\text{- Mức cường độ âm: } L(\text{dB}) = 10 \lg \frac{I}{I_0}$$

$$\text{- } L_A - L_B = 10 \lg \frac{I_A}{I_B} = 20 \lg \frac{r_B}{r_A}$$



5. Hiệu ứng Doppler: $f' = f \cdot \frac{v \pm v_M}{v \mp v_S}$

- (+v_M) nếu máy thu chuyển động hướng về nguồn âm.
- (-v_M) nếu máy thu chuyển động hướng ra xa nguồn âm.
- (-v_S) nếu nguồn âm hướng về gần máy thu.
- (+v_S) nếu nguồn âm hướng ra xa máy thu.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP ÔN TẬP

17.1. Chọn câu sai.

- Quá trình truyền Sóng cơ là một quá trình truyền
- A. các dao động cơ
- B. các phần tử vật chất
- C. các pha dao động
- D. năng lượng

17.2. Chọn câu đúng trong các câu sau đây:

- A. Bước sóng là quãng đường mà sóng truyền đi trong 1s.
- B. Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm trên phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó cùng pha.
- C. Bước sóng là khoảng cách gần nhau nhất giữa hai điểm trên phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó ngược pha.
- D. 3 câu trên đều sai.

17.3. Chọn câu đúng.

- A. Sóng phản xạ tại đầu dây cố định cùng pha với sóng tới.
- B. Khoảng cách giữa hai điểm nút và bụng của sóng dừng là $(2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{4}$ với $k = 0, 1, 2, \dots$
- C. Khoảng cách hai nút liên tục của sóng dừng bằng bước sóng.
- D. Khi thổi kèn, dao động của cột không khí trong kèn làm xuất hiện một hệ thống sóng dừng mà hai đầu là hai nút.

17.4. Chọn câu đúng.

- Để có hiện tượng giao thoa thì hai sóng phải xuất phát từ hai nguồn dao động có:
- A. cùng biên độ, cùng chu kỳ, cùng pha ban đầu.
- B. cùng phương, cùng biên độ, cùng tần số.
- C. cùng phương, cùng tần số góc, độ lệch pha không đổi theo thời gian.
- D. cùng biên độ, cùng pha ban đầu, độ lệch pha không đổi theo thời gian.

17.5. Tốc độ truyền sóng trên dây phụ thuộc vào

- A. biên độ và tần số nguồn sóng.
- B. biên độ nguồn sóng và lực căng dây.
- C. tần số nguồn sóng và mật độ dài của dây.
- D. lực căng dây và mật độ dài của dây.

17.6. Trong các chu kỳ của sóng âm sau đây, tai con người có thể nghe được âm có chu kỳ

- A. 0,04s.
- B. 16s.
- C. 0,4s.
- D. 10^{-5} s.

17.7. Chọn câu sai.

- A. Cường độ âm tăng lên bao nhiêu lần thì độ to của âm tăng lên bấy nhiêu lần.
- B. Đồ thị dao động của âm là một đặc trưng vật lí của âm.
- C. Âm thanh là những âm mà tai con người có thể nghe được.
- D. Âm cao là những âm có chu kỳ bé.

17.8. Sóng dừng trên dây đàn có tần số $f = \frac{v}{\ell}$ (v là tốc độ truyền sóng trên dây và ℓ là chiều dài dây đàn) thì âm phát ra là

- A. âm cơ bản
- B. họa âm bậc 2.
- C. họa âm bậc 3.
- D. họa âm bậc 4.

17.9. Đầu O của dây đàn hồi dao động với phương trình $u = u_0 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$. Khi

sóng truyền đến điểm M trên dây với $OM = \frac{\lambda}{12}$ (λ là bước sóng) thì phương

trình dao động của điểm M là

- A. $u = u_0 \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$.
- B. $u = u_0 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$.
- C. $u = u_0 \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{3}\right)$.
- D. $u = u_0 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)$.

17.10. Phương trình truyền sóng trên phương ox là: $u = u_0 \cos(100\pi t - 0,05\pi x)$ trong đó t tính bằng giây (s); x tính bằng (cm)

Tốc độ truyền sóng trên dây là

- A. 0,2 m/s
- B. 2 m/s.
- C. 20 m/s.
- D. 40 m/s.

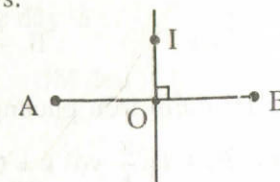
17.11. Trên mặt thoáng chất lỏng có hai nguồn kết hợp A và B cách nhau 20cm có phương trình dao động:

$$u_A = u_B = 2 \cos 100\pi t \text{ (cm)}$$

Vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng là $v = 4 \text{ m/s}$.

Coi biên độ sóng không đổi. Gọi I là điểm trên đường trung trực của AB dao động cùng pha với các nguồn A, B và gần A nhất sẽ cách A khoảng

- A. 10 cm.
- B. 8 cm.
- C. 16 cm.
- D. 24cm.



- 17.12. Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp cùng pha S_1, S_2 cách nhau $2,5\lambda$ (λ là bước sóng) và cùng biên độ. Số điểm đứng yên trên đoạn thẳng S_1S_2 nối hai nguồn là
 A. 6. B. 5. C. 4. D. 3.
- 17.13. Một sóng ngang có biểu thức sóng truyền trên phương ox là :
 $u = 3\cos(314t - x)$ (cm) trong đó t tính bằng giây, x tính bằng mét.
 Bước sóng λ là
 A. 8,64 m. B. 8,64cm. C. 6,28m. D. 6,28cm.
- 17.14. Một đoạn dây dài 1m được căng ngang với hai đầu cố định. Cho dây dao động với tần số 50Hz thì trên dây có sóng dừng. Tăng dần tần số dao động của dây đến $\frac{200}{3}$ Hz thì trên dây có sóng dừng trở lại. Tốc độ truyền sóng trên dây
 A. 60 m/s. B. $\frac{50}{3}$ m/s. C. $\frac{100}{3}$ m/s. D. $\frac{200}{3}$ m/s.
- 17.15. Một sóng ngang truyền trên một dây rất dài có phương trình sóng là:
 $u = 5\cos\left(\frac{2\pi}{3}t - 0,05\pi x\right)$ (cm), trong đó t tính bằng giây; x tính bằng cm.
 Tốc độ truyền sóng trên dây là:
 A. $\frac{40}{3}$ m/s. B. $\frac{40}{3}$ cm/s. C. $\frac{50}{3}$ m/s. D. $\frac{50}{3}$ cm/s.
- 17.16. Hai người thợ sửa đường sắt ngồi cách nhau 1083m. Người này gõ lên đường sắt một nhát búa, còn người kia áp tai lên đường sắt sẽ nghe được hai tiếng búa cách nhau 3s. Biết âm truyền trong sắt nhanh hơn trong không khí với tốc độ truyền âm trong không khí là 340 m/s. Tốc độ truyền âm trong sắt xấp xỉ bằng
 A. 5845 m/s. B. 2565 m/s. C. 7214 m/s. D. 1488 m/s.
- 17.17. Một sóng ngang truyền trên dây với tốc độ 20 cm/s. Phương trình dao động tại O trên dây là $u_{(0)} = 2\cos(0,2\pi t)$ (cm). Li độ dao động tại điểm M trên dây cách O $\frac{2}{3}$ m vào lúc $t = 10$ s do sóng truyền từ O tới là
 A. $-\frac{\sqrt{2}}{2}$ cm. B. $\frac{\sqrt{2}}{2}$ cm. C. -1cm. D. 1cm.
- 17.18. Hai điểm trên phương truyền sóng cách nhau 26cm luôn luôn lệch pha nhau $(2k + 1) \cdot \frac{\pi}{5}$ với $k = 0, 1, 2, \dots$. Biết tần số sóng là 20Hz và tốc độ truyền sóng trong khoảng từ 10m/s đến 16m/s.

Tốc độ truyền sóng

- A. 10,4 m/s. B. 12,5 m/s. C. 15,2 m/s. D. 14,0 m/s.

- 17.19. Một sóng ngang có biểu thức: $u = 0,5\cos(50t + 0,02\pi x)$ (cm), trong đó t tính bằng giây. Vận tốc dao động cực đại của một phần tử vật chất khi có sóng truyền qua là
 A. 0,5 m/s. B. 1 m/s. C. 25 m/s. D. 0,25 m/s.

- 17.20. Một sóng cơ truyền dọc theo phương ox với phương trình sóng:

$u = 0,04\cos(5\pi t - 0,4\pi x)$ (m), trong đó t tính bằng giây; x tính bằng cm. Hai điểm trên phương ox cách nhau một khoảng d nào sau đây KHÔNG dao động ngược pha?

- A. d = 2,5 cm. B. 12,5 cm. C. d = 27,5 cm. D. d = 16,5 cm.

- 17.21. Phương trình sóng trên phương truyền sóng là: $u = 2\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{5}x\right)$ (cm),

trong đó t tính bằng giây.

Tại một điểm P cố định trên phương truyền sóng vào lúc nào đó nó có độ dời -1cm (cũng là li độ của điểm P) thì sau thời gian 0,75s nó có độ dời

- A. -1,5 cm. B. 1,5 cm. C. -1cm. D. 1cm.

- 17.22. Trên dây AB có sóng truyền từ A $\rightarrow$ B và bị phản xạ tại đầu B. Sóng tổng hợp của sóng tới và sóng phản xạ tại điểm M trên dây với $BM = x$ có phương

trình: $u = \sqrt{3}\cos\left(0,2\pi x + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm), trong đó x tính bằng cm; t

bằng giây. Tốc độ truyền sóng trên dây là

- A. 50 m/s. B. 0,5 m/s. C. 0,02 m/s. D. 2 m/s.

- 17.23. Tại đầu A của dây AB ta tạo ra dao động điều hòa vuông góc với dây thì trên dây có sóng tới truyền tới B với vận tốc truyền sóng là $v = 1$ m/s. Đầu B cố định. Phương trình sóng tới tại B là $u_B = 2\cos(50\pi t)$ (cm). Biên độ của sóng tới và sóng phản xạ tại điểm M trên dây với $MB = 24,5$ cm là

- A. 4 cm. B. 2 cm. C. 0,5 cm. D. $2\sqrt{2}$ cm.

- 17.24. Trên dây AB = 1m có sóng dừng với đầu B cố định còn đầu A coi như nút sóng. Phương trình sóng tổng hợp tại điểm M trên dây là :

$$u_M = \sqrt{3} \cdot \cos\left(5\pi x + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{2}\right), \text{ với } x = BM \text{ đơn vị là mét.}$$

Trên dây có tất cả:

- A. 5 bụng, 6 nút. B. 5 nút, 6 bụng.
 C. 5 bụng, 4 nút. D. 5 nút, 4 bụng.

- 17.25. Dây AB dài 1,5m. Đầu A treo vào một nhánh của âm thoa dao động với tần số 2,5Hz còn đầu B để tự do. Khi âm thoa dao động thì trên dây có sóng dừng với 3 nút sóng (kể cả nút ở đầu A). Tốc độ truyền sóng trên dây là
A. 3,75 m/s B. 2,5 m/s C. 3,0 m/s D. 3,5 m/s.
- 17.26. Trên mặt chất lỏng có hai nguồn kết hợp A và B với phương trình dao động: $u_A = u_B = \cos(2\pi t)$ (cm). M là một điểm trên mặt chất lỏng cách A, B lần lượt 18cm và 13cm. Bước sóng do mỗi nguồn tạo ra là 30 cm/s. Biên độ dao động tổng hợp tại M do hai sóng truyền từ A và B đến là
A. $\sqrt{2}$ cm B. $\sqrt{3}$ cm C. $\sqrt{5}$ cm D. $\sqrt{6}$ cm.
- 17.27. Trên dây có sóng dừng với chu kỳ của sóng là T. Thời gian giữa hai lần liên tiếp để dây duỗi thẳng là
A. $\frac{T}{4}$ B. $\frac{T}{2}$ C. T D. $\frac{T}{8}$.
- 17.28. Trên dây AB có sóng dừng ổn định với khoảng cách hai bụng liên tiếp là 6cm, tốc độ truyền sóng là 2m/s. Thời gian giữa hai lần liên tiếp để dây duỗi thẳng là
A. 0,03s B. 0,06s C. 0,015s D. 0,12s.
- 17.29. A và B là hai nguồn dao động cùng phương với các phương trình
I $\begin{cases} u_A = 2\cos 10t \\ u_B = 3\cos 10t \end{cases}$ II $\begin{cases} u_A = 2\cos 10t \\ u_B = 2\cos \pi t \end{cases}$ III $\begin{cases} u_A = 2\cos \pi t \\ u_B = 2\sin \pi t \end{cases}$
A, B không phải là hai nguồn kết hợp ứng với trường hợp
A. I B. II C. III D. I, II và III.
- 17.30. Trên mặt chất lỏng có hai nguồn kết hợp S_1, S_2 cùng pha, cùng chu kỳ 0,4s. Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 1m/s. M là một điểm trên mặt chất lỏng cách nguồn S_1 12cm và có độ lệch của hai dao động tại đó là $\frac{\pi}{4}$. Biết rằng dao động đến từ nguồn S_2 sớm pha hơn dao động đến từ S_1 . M cách S_2 khoảng
A. 17 cm B. 10 cm C. 5 cm D. 7 cm.
- 17.31. O_1, O_2 là hai nguồn kết hợp dao động ngược pha, cùng biên độ 5cm, cùng chu kỳ 0,1s. Tốc độ truyền sóng do mỗi nguồn phát ra là 2m/s. Tại điểm M trên mặt chất lỏng cách hai nguồn lần lượt $d_1 = 15$ cm, $d_2 = 10$ cm có biên độ dao động tổng hợp là
A. $5\sqrt{2}$ cm B. 10 cm C. 5 cm D. $\frac{5\sqrt{2}}{2}$ cm.

17.32. Hai nguồn kết hợp O_1, O_2 có phương trình dao động:

$$u_{O1} = 2\cos 50\pi t \text{ (cm)}; \quad u_{O2} = 2\cos\left(50\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$$

Tốc độ truyền sóng trong môi trường là 5m/s. M là một điểm cách O_1, O_2 lần lượt $O_1M = 20$ cm và $O_2M = 30$ cm. Độ lệch pha của hai dao động tại M là

- A. 0 B. π C. $\frac{\pi}{4}$ D. $\frac{\pi}{2}$.

17.33. Hai nguồn kết hợp cùng pha O_1, O_2 cùng dao động với chu kỳ 0,1s. Tốc độ truyền sóng là 2m/s. Biết khoảng cách O_1, O_2 là 65cm. Số điểm dao động cực đại trên đoạn thẳng nối liền hai nguồn O_1O_2 là

- A. 3 B. 7 C. 6 D. 8.

17.34. S_1, S_2 là hai nguồn kết hợp ngược pha cách nhau 8,5cm. Khoảng cách nhỏ nhất giữa trung điểm I của S_1S_2 đến điểm giao thoa cực đại trên S_1S_2 là 1cm. Số điểm cực đại giao thoa trên S_1S_2 là

- A. 5 B. 6 C. 4 D. 3.

17.35. O_1, O_2 là hai nguồn kết hợp cùng pha dao động với tần số 50Hz. M cách hai nguồn lần lượt 17cm và 12cm có biên độ dao động tổng hợp cực đại. Biết rằng giữa M và đường trung trực của O_1, O_2 không có đường cực đại giao thoa nào nữa. Tốc độ truyền sóng

- A. 2,5 m/s B. 5 m/s C. 1,25 m/s D. 1 m/s.

17.36. O_1, O_2 là hai nguồn kết hợp cùng pha trên mặt nước cách nhau 30cm. Bước sóng trên mặt nước là 5cm. Lấy O_1, O_2 làm cạnh ta để ý hình vuông $O_1O_2S_1S_2$. Số điểm cực đại giao thoa trên cạnh S_1S_2 của hình vuông nói trên là

- A. 3 B. 7 C. 5 D. 4.

17.37. Tiếng nói có mức cường độ âm 20dB. So với cường độ âm chuẩn, cường độ âm của tiếng nói bằng

- A. 20 lần B. 100 lần C. 1000 lần D. 2 lần.

17.38. Cường độ âm chuẩn và cường độ âm lớn nhất mà tai con người có thể nghe được lần lượt là 10^{-12} W/m^2 và 10 W/m^2 . Ngưỡng đau của mức cường độ âm là

- A. 10^{13} dB B. 13 dB C. 1000 dB D. 130 dB.

17.39. Một ô tô chạy về gần một người đứng yên trên lề đường với tốc độ 90km/h thì phát ra một hồi còi và người này nghe được âm có tần số 1020Hz. Biết tốc độ truyền âm trong không khí là 340 m/s. Tần âm âm do còi ô tô phát ra là

- A. 1095Hz B. 1101Hz C. 945Hz D. 750Hz.

HƯỚNG DẪN GIẢI

17.1. Đáp án B

Khi có sóng truyền qua các phần tử vật chất chỉ dao động tại chỗ chứ không truyền đi.

17.2. Đáp án D

Chú ý!

B. Sai vì bước sóng là khoảng cách gần nhau nhất giữa hai điểm...

C. Sai vì khoảng cách gần nhau nhất giữa hai điểm dao động ngược pha chỉ bằng $\frac{\lambda}{2}$.

17.3. Đáp án B

A. Sai vì sóng phản xạ tại đầu dây cố định ngược pha với sóng tới.

C. Sai vì khoảng cách hai nút liên tục là $\frac{\lambda}{2}$.

D. Sai vì dao động của cột không khí trong kèn là một hệ thống sóng dừng mà một đầu là bụng và đầu kia là nút.

17.4. Đáp án C

17.5. Đáp án D

Tốc độ truyền sóng trên dây: $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$

Với T là lực căng dây; μ là mật độ dài của dây.

17.6. Đáp án A

Tai con người có thể nghe được âm có tần số từ 16Hz đến 20000Hz tức có chu kì 0,0625s đến $5 \cdot 10^{-5}$ s ($5 \cdot 10^{-5} \leq T \leq 0,0625$ s).

17.7. Đáp án A

A. Sai vì độ to của âm không tỉ lệ thuận với cường độ âm.

17.8. Đáp án B

Tần số của dây đàn: $f = \frac{nv}{2\ell} = \frac{v}{\ell} \rightarrow n = 2$: họa âm bậc 2.

17.9. Đáp án D

$u_M = u_0 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3} - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$ với $d = \frac{\lambda}{12}$ nên

$u_M = u_0 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3} - \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{\lambda}{12}\right) = u_0 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)$.

17.10. Đáp án C

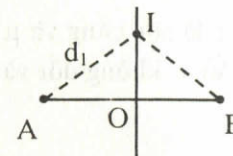
So với: $u = u_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t - \frac{2\pi}{\lambda} \cdot x\right)$

ta được: $\begin{cases} \frac{2\pi}{T} = 100\pi \rightarrow T = 0,02(s) \\ \frac{2\pi}{\lambda} = 0,05\pi \rightarrow \lambda = 40(cm) = 0,4(m) \end{cases} \Rightarrow v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0,4}{0,02} = 20(m/s)$

17.11. Đáp án C

Hai sóng tới I từ A và B cùng bằng:

$$u_1 = 2 \cos(100\pi t - 2\pi \frac{d_1}{\lambda}).$$



Sóng tổng hợp tại I: $u_I = 2u_1 = 4 \cos(100\pi t - 2\pi \frac{d_1}{\lambda})$

Độ lệch pha giữa dao động tại I và A (hoặc B) là: $\Delta\varphi = 2\pi \frac{d_1}{\lambda}$.

I và A dao động cùng pha nên: $\Delta\varphi = 2\pi \frac{d_1}{\lambda} = 2k\pi$ ($k = 0, 1, 2, \dots$) $\rightarrow d_1 = k\lambda$.

Với $\lambda = v \cdot T = v \cdot \frac{2\pi}{\omega} = 4 \cdot \frac{2\pi}{100\pi} = 0,08$ (m) = 8 (cm)

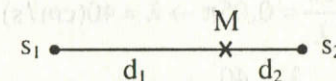
Vậy: $d_1 = 8k$ (cm) mà $d_1 = AI \geq AO = 10$ (cm)

$$8k \geq 10 \rightarrow k \geq 1,25 \text{ tức } k_{\min} = 2.$$

Vậy $d_{1(\min)} = 8 \cdot 2 = 16$ (cm).

17.12. Đáp án C

M là điểm đứng yên (biên độ dao động tổng hợp cực tiểu và bằng 0) thỏa:



$$d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda \quad (k = 0; \pm 1; \mp 2; \dots) \text{ và } d_2 + d_1 = 2,5\lambda \rightarrow 2d_2 = (k + 3)\lambda$$

$$0 < d_2 = (k + 3) \cdot \frac{\lambda}{2} < 2,5\lambda$$

$$-3 < k < 2 : k = -2, -1, 0, 1.$$

Vậy có 4 điểm đứng yên.

17.13. Đáp án C

So với phương trình tổng quát: $u = u_0 \cos\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$

Ta được: $\frac{2\pi}{\lambda} = 1 \rightarrow \lambda = 2\pi = 6,28$ (m).

17.14. Đáp án C

• Với tần số f_1 , số bụng sóng là n_1 thì: $\ell = u_1 \cdot \frac{\lambda_1}{2} = n_1 \cdot \frac{v}{2f_1}$ (1)

- Với tần số f_2 , số bụng sóng là n_2 thì : $\ell = n_2 \cdot \frac{v}{2f_2}$

(Chú ý rằng tốc độ truyền sóng v trên dây không đổi vì $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$, trong đó

T là sức căng và μ là mật độ dài của dây)

Vì ℓ không đổi và $f_2 > f_1$ nên $n_2 > n_1$, vậy:

$$n_2 = n_1 + 1 \rightarrow \ell = (n_1 + 1) \cdot \frac{v}{2f_2} \quad (2)$$

$$(1) \text{ và } (2) \text{ cho : } n_1 \frac{v}{2f_1} = (n_1 + 1) \cdot \frac{v}{2f_2} \rightarrow \frac{n_1}{50} = \frac{n_1 + 1}{200} \rightarrow n_1 = 3$$

$$(1) \rightarrow v = \frac{2\ell f_1}{n_1} = \frac{2 \cdot 1 \cdot 50}{3} = \frac{100}{3} \text{ (m/s).}$$

17.15. Đáp án B

$$\text{Phương trình sóng: } u = u_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

$$\text{Vậy } \begin{cases} \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{3} \rightarrow T = 3(s) \\ \frac{2\pi}{\lambda} = 0,05\pi \rightarrow \lambda = 40(\text{cm/s}) \end{cases}$$

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{40}{3} \text{ (cm/s).}$$

17.16. Đáp án A

Gọi t là thời gian truyền âm trong không khí thì thời gian truyền âm trong đường sắt là $t - 3$.

$$\text{Ta có: } \ell = v_{kk} \cdot t = v_{sdt} \cdot (t - 3) \rightarrow t = \frac{\ell}{v_{kk}}$$

$$\text{và : } v_{sdt} = \frac{\ell}{t - 3} = \frac{\ell}{\frac{\ell}{v_{kk}} - 3} = \frac{1083}{\frac{1083}{340} - 3} \approx 5845 \text{ (m/s).}$$

17.17. Đáp án C

$$\text{Áp dụng } u_M = u_0 \cos\omega\left(t - \frac{x}{v}\right) = 2 \cos 0,2\pi\left(t - \frac{2/3}{0,2}\right).$$

$$\text{Vào lúc } t = 10s \text{ thì : } u_M = 2 \cos 0,2\pi\left(10 - \frac{2/3}{0,2}\right) = 2 \cos\left(2\pi - \frac{4\pi}{3}\right) = 2 \cos \frac{2\pi}{3} = -1 \text{ (cm)}$$

17.18. Đáp án A

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = (2k + 1) \cdot \frac{\pi}{5} \rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{10d}{2k + 1} \rightarrow v = \frac{10d \cdot f}{2k + 1} = \frac{52}{2k + 1} \text{ (m/s)}$$

$$\rightarrow 10 \leq v = \frac{52}{2k + 1} \leq 16$$

$$1,125 \leq k \leq 2,1 \rightarrow k = 2$$

$$\text{Vậy : } v = \frac{52}{2 \cdot 2 + 1} = 10,4 \text{ (m/s)}$$

17.19. Đáp án D

Vận tốc dao động của một phần tử vật chất khi có sóng truyền qua tại một điểm nhất định nào đó (x là hằng số) là:

$$\begin{aligned} u' &= \frac{du}{dt} = -0,5 \cdot 50 \cdot \sin(50t + 0,02\pi x) \text{ (cm/s)} \\ &= -25 \sin(50t + 0,02\pi x) \text{ (cm/s)} \end{aligned}$$

$$\rightarrow \text{Vận tốc dao động cực đại : } u'_{(max)} = 25 \text{ cm/s} = 0,25 \text{ (m/s)}$$

17.20. Đáp án D

$$\text{Phương trình sóng : } u = u_0 \cos(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda})$$

$$\text{Vậy : } \frac{2\pi}{\lambda} = 0,4\pi \rightarrow \lambda = 5 \text{ (cm)}$$

Hai điểm dao động ngược pha cách nhau khoảng d mà :

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = (2k + 1)\pi \quad (k = 0, 1, 2, \dots)$$

$$\rightarrow k = \frac{2d - 5}{2\lambda} = \frac{2d - 5}{10} \quad (d : \text{cm})$$

$$\text{Với } \bullet d = 2,5\text{cm} \rightarrow k = 0$$

$$\bullet d = 12,5\text{cm} \rightarrow k = 2$$

$$\bullet d = 27,5\text{cm} \rightarrow k = 5$$

$$\bullet d = 16,5\text{cm} \rightarrow k = 2,8 : \text{không phải số nguyên}$$

Vậy $d = 16,5\text{cm}$ hai điểm *không* dao động ngược pha.

17.21. Đáp án D

$$\text{Li độ dao động của điểm P là biểu thức theo } t : u_p = 2 \cos(4\pi t - \frac{\pi}{5} \cdot x_p)$$

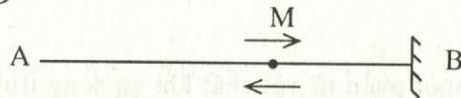
Chú ý rằng : $\Delta t = 0,75s = 1,5T$. Nên sau thời gian đó điểm P lại qua li độ đối xứng với li độ lúc đầu qua vị trí cân bằng, tức : $u_{2p} = -(-1) \text{ cm} = 1 \text{ (cm)}$.

17.22. Đáp án B

Phương trình sóng tổng hợp: $u = u_0 \cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda} + \alpha\right) \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \beta\right)$

Ta được : $\begin{cases} \frac{2\pi}{\lambda} = 0,2\pi \rightarrow \lambda = 10 \text{ (cm)} \\ \frac{2\pi}{T} = 10\pi \rightarrow T = 0,2 \text{ (s)} \end{cases} \rightarrow v = \frac{\lambda}{T} = \frac{10}{0,2} = 50 \text{ (cm/s)} = 0,5 \text{ (m/s)}$

17.23. Đáp án D



Với biểu thức sóng tới tại B là $u_H = A \cos \frac{2\pi}{T}t$ thì biểu thức sóng tổng hợp tại

M là: $u_M = 2A \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{\pi}{2}\right)$ (Công thức 15.3 - trang 81 -

SGK nâng cao)

Biên độ dao động : $A_M = 2A \left| \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) \right|$

Với : $\begin{cases} A = 2 \text{ cm}; d = 24,5 \text{ cm}; \\ \lambda = v \cdot T = v \cdot \frac{2\pi}{\omega} = 100 \cdot \frac{2\pi}{50\pi} = 4 \text{ (cm)} \end{cases}$

Nên : $A_M = 2 \cdot 2 \left| \cos\left(\frac{2\pi \cdot 24,5}{4} + \frac{\pi}{2}\right) \right| = 4 \left| \cos(12,75\pi) \right|$

$= 4 \left| \cos \frac{3\pi}{4} \right| = 4 \left| -\frac{\sqrt{2}}{2} \right| = 2\sqrt{2} \text{ (cm)}.$

17.24. Đáp án A

Hai đầu là nút thì số bụng là n cho bởi: $\ell = n \cdot \frac{\lambda}{2} \rightarrow n = \frac{2\ell}{\lambda}$

Với $\frac{2\pi}{\lambda} = 5\pi \rightarrow \lambda = 0,4 \text{ (m)}$

Vậy : $n = \frac{2 \cdot 1}{0,4} = 5 \text{ (bụng)}$ và $n + 1 = 6 \text{ nút}.$

17.25. Đáp án C

$\ell = m \cdot \frac{\lambda}{4} = m \cdot \frac{v}{4f} \quad (m = 1, 3, 5, \dots) \rightarrow v = \frac{4\ell f}{m}$

Với : số bụng = số nút = $\frac{m+1}{2} \rightarrow m = 2 \cdot 3 - 1 = 5.$

Vậy : $v = \frac{4 \cdot 1,5 \cdot 2,5}{5} = 3,0 \text{ (m/s)}.$

17.26. Đáp án B

$A_M = 2A \left| \cos \frac{\Delta\varphi}{2} \right|$ với $\Delta\varphi = \frac{2\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} = \frac{2\pi(18 - 13)}{30} = \frac{\pi}{3}$

Vậy : $A_M = 2 \cdot 1 \left| \cos \frac{\pi}{6} \right| = \sqrt{3} \text{ (cm)}.$

17.27. Đáp án B

Phương trình sóng dừng : $u = 2A \cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda} + \alpha\right) \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \beta\right)$

Lúc dây duỗi thẳng thì $u = 0$ với mọi vị trí x , vậy: $\cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \beta\right) = 0$

$\rightarrow \frac{2\pi}{T}t + \beta = \frac{\pi}{2} + k\pi.$

Ở hai thời điểm t_1 và t_2 liên tiếp để dây duỗi thẳng :

$\begin{cases} \frac{2\pi}{T}t_1 + \beta = \frac{\pi}{2} + k\pi \\ \frac{2\pi}{T}t_2 + \beta = \frac{\pi}{2} + (k+1)\pi \end{cases} \rightarrow \frac{2\pi}{T}(t_2 - t_1) = \pi \rightarrow \Delta t = t_2 - t_1 = \frac{T}{2}.$

17.28. Đáp án A

Khoảng cách hai bụng liên tiếp là $\frac{\lambda}{2}$. Vậy:

$\frac{\lambda}{2} = 6 \rightarrow \lambda = 12 \text{ (cm)} \rightarrow T = \frac{\lambda}{v} = \frac{12}{200} = 0,06 \text{ (s)}$

Thời gian giữa hai lần liên tiếp dây duỗi thẳng là : $\Delta t = \frac{T}{2} = 0,03 \text{ (s)}.$

17.29. Đáp án B

Trường hợp II: hai nguồn khác tần số nên đó không phải là hai nguồn kết hợp.

17.30. Đáp án D

Cho $u_{s_1} = u_{s_2} = A \cos \omega t.$

$\rightarrow \begin{cases} u_{1M} = A \cos(\omega t - 2\pi \frac{d_1}{\lambda}) & \text{với } \varphi_1 = -2\pi \frac{d_1}{\lambda} \\ u_{2M} = A \cos(\omega t - 2\pi \frac{d_2}{\lambda}) & \text{với } \varphi_2 = -2\pi \frac{d_2}{\lambda} \end{cases}$

Theo đề : $\varphi_2 = -2\pi \frac{d_2}{\lambda} > \varphi_1 = -2\pi \frac{d_1}{\lambda} \rightarrow \Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{2\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} = \frac{\pi}{4}$.

$\rightarrow d_1 = d_2 - \frac{\lambda}{8}$, với $\lambda = v.T = 100.0,4 = 40$ (cm)

Nên : $d_1 = 12 - \frac{40}{8} = 7$ (cm).

17.31. Đáp án A

Hai nguồn kết hợp ngược pha nên độ lệch pha của hai dao động tại M:

$\Delta\varphi = \frac{2\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} + \pi$, với $\lambda = v.T = 200.0,1 = 20$ (cm)

Nên : $\Delta\varphi = \frac{2\pi(15 - 10)}{20} + \pi = \frac{3\pi}{2}$

Có : $A_M = 2A \left| \cos \frac{\Delta\varphi}{2} \right| = 2.5 \left| \cos \frac{3\pi}{4} \right| = 10 \cdot \left| -\frac{\sqrt{2}}{2} \right| = 5\sqrt{2}$ (cm).

17.32. Đáp án D

$u_{1M} = 2 \cos \left(50\pi t - \frac{2\pi d_1}{\lambda} \right)$; $u_{2M} = 2 \cos \left(50\pi t + \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi d_2}{\lambda} \right)$

$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{2\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} - \frac{\pi}{2}$.

Với $\lambda = v.T = 500.0,04 = 20$ (cm)

Vậy : $\Delta\varphi = \frac{2\pi(30 - 20)}{20} - \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{2}$.

17.33. Đáp án B

Hai nguồn dao động kết hợp cùng pha nên : $d_2 - d_1 = k\lambda$

Với $\lambda = v.T = 200.0,1 = 20$ (cm)

Nên : $d_2 - d_1 = 20k$ (cm) và : $d_2 + d_1 = 0,02 = 65$ (cm)

Nên : $2d_2 = 20k + 65$

$0 < d_2 = 10k + 32,5 < 62,5$

$-3,25 < k < 3,25$

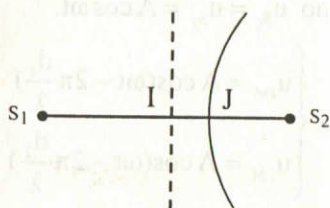
$k = -3, \dots, 0, \dots, 3$ (7 giá trị k)

Vậy có 7 điểm dao động cực đại.

17.34. Đáp án C

S_1, S_2 là hai nguồn kết hợp ngược pha nên đường trung trực là đường cực tiểu giao

thoa, do đó $IJ = \frac{\lambda}{4} = 1$ (cm) $\rightarrow \lambda = 4$ (cm)



Vị trí điểm cực đại giao thoa thỏa mãn:

$d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2} \right) \lambda = \left(k + \frac{1}{2} \right) .4 = 4k + 2$ (cm)

Và : $d_2 + d_1 = S_1 S_2 = 8,5$ (cm) $\rightarrow 2d_2 = 4k + 10,5$

$0 < d_2 = 2k + 5,25 < 8,5$

$-2,65 < k < 1,65$

$k = -2, -1, 0, 1$ (4 giá trị k)

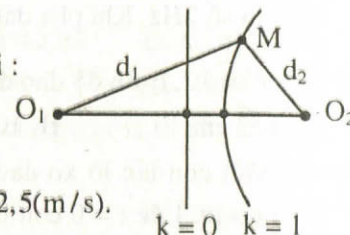
Vậy trên S_1, S_2 có 4 điểm cực đại giao thoa.

17.35. Đáp án A

M nằm trên đường cực đại giao thoa có $k = 1$ với :

$d_1 - d_2 = k \cdot \lambda = \lambda = \frac{v}{f}$

$17 - 12 = \frac{v}{50} \rightarrow v = 50.5 = 250$ (cm/s) $= 2,5$ (m/s).



17.36. Đáp án C

Có : $d_1 - d_2 = k \cdot \lambda = 5k$ (cm)

• Nếu $d_1 = a = 30$ (cm) thì $d_2 = 30\sqrt{2}$ (cm)

Lúc đó $(d_1 - d_2)$ bé nhất

• Nếu $d_1 = 30\sqrt{2}$ (cm) thì $d_2 = 30$ (cm)

Lúc đó $(d_1 - d_2)$ lớn nhất

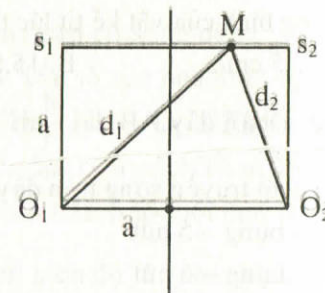
Vậy : $30(1 - \sqrt{2}) \leq d_1 - d_2 \leq 30(\sqrt{2} - 1)$

$30(1 - \sqrt{2}) \leq 5k \leq 30(\sqrt{2} - 1)$

$-2,485 \leq k \leq 2,485$

$k = -2, -1, 0, 1, 2$ (5 giá trị k)

Vậy trên S_1, S_2 có 5 điểm cực đại giao thoa.



17.37. Đáp án B

$L(\text{dB}) = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 20 \rightarrow \lg \frac{I}{I_0} = 2 = \lg 10^2 \rightarrow \frac{I}{I_0} = 10^2 = 100$ hay $I = 100I_0$.

17.38. Đáp án D

Có : $L(\text{dB}) = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 10 \lg \frac{10}{10^{-12}} = 10 \lg 10^{13} = 10.13 = 130$ (dB).

17.39. Đáp án C

$f' = f \frac{v \pm v_M}{v \mp v_s}$ với $v_M = 0$ nên : $f' = f \cdot \frac{v}{v - v_s} \rightarrow f = f' \cdot \frac{v - v_s}{v}$

Với $v_s = 90$ km/h $= 25$ m/s nên : $f = 1020 \cdot \frac{340 - 25}{340} = 945$ (Hz)

ÔN TẬP PHẦN CƠ HỌC

A. Phần chung cho tất cả học sinh

Câu 1. Một vật dao động điều hòa với phương trình $x = 4\cos(\pi t)$ (cm). Thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí cân bằng đến vị trí có li độ $x = 2$ cm lần thứ hai là

- A. $\frac{1}{6}$ s B. $\frac{1}{3}$ s C. $\frac{5}{6}$ s D. $\frac{4}{3}$ s.

Câu 2. Một vật dao động điều hòa với phương trình dao động có dạng hàm cosin với tần số 2Hz. Khi pha dao động là $\frac{\pi}{4}$ thì gia tốc của vật là -8m/s^2 .

Lấy $\pi^2 = 10$. Biên độ dao động là

- A. $5\sqrt{2}$ cm B. $10\sqrt{2}$ cm C. $2\sqrt{2}$ cm D. $0,05\sqrt{2}$ cm.

Câu 3. Một con lắc lò xo dao động điều hòa với phương trình dao động là một hàm cosin. Lúc $t = 0$ con lắc có động năng bằng thế năng, liền sau đó x tăng và thế năng giảm. Pha ban đầu của dao động là

- A. $\frac{\pi}{4}$ B. $-\frac{\pi}{4}$ C. $\frac{3\pi}{4}$ D. $-\frac{3\pi}{4}$.

Câu 4. Một vật dao động điều hòa với phương trình $x = 2\cos(10\pi t)$ (cm). Tốc độ trung bình của vật kể từ lúc $t = 0$ đến lúc vật qua li độ $x = -1$ cm lần đầu tiên là

- A. 7,5 cm/s B. 15,8 cm/s C. 30 cm/s D. 45 cm/s

Câu 5. Đoạn dây AB dài $\frac{4}{3}$ m có hai đầu cố định, trên đó có sóng dừng xảy ra.

Tốc độ truyền sóng trên dây là 400m/s và tần số sóng là 600Hz. Trên dây có

- A. 4 bụng – 5 nút B. 5 bụng – 4 nút
C. 5 bụng – 6 nút D. 6 bụng – 5 nút.

Câu 6. Dây đàn dài 50cm, tốc độ truyền sóng trên dây là 150m/s phát ra họa âm bậc 3 có tần số

- A. 300 Hz B. 600 Hz C. 450 Hz D. 200 Hz.

Câu 7. Tại hai điểm O_1, O_2 trên mặt chất lỏng có hai nguồn cùng dao động theo phương thẳng đứng với phương trình: $u_1 = u_2 = 2\cos 10\pi t$ (cm). Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 30 cm/s. Hiệu khoảng cách từ hai nguồn O_1, O_2 đến điểm M trên mặt chất lỏng là 2cm. Cho rằng biên độ sóng không đổi trong quá trình truyền sóng. Biên độ sóng tổng hợp tại M là

- A. $2\sqrt{2}$ cm B. 4 cm C. $\sqrt{2}$ cm D. 2 cm

Câu 8. Một vật dao động điều hòa với qui luật của gia tốc: $a = 2\sin(10t + \pi)$ (m/s^2). Lấy $\pi = 3,14$. Lúc $t = 0,0785$ (s) vật qua li độ

- A. 0,0274 cm B. $-0,0274$ cm C. $-\sqrt{2}$ cm D. $\sqrt{2}$ cm.

Câu 9. Một vật dao động điều hòa với biểu thức của li độ: $x = 2\cos 5\pi t$ (cm); t tính bằng giây. Với $k = 0; \pm 1; \pm 2; \dots$ thì thời điểm vật có độ lớn gia tốc cực đại là

- A. $\frac{2k+1}{5}$ B. $\frac{2k+1}{10}$ C. $0,2k$ D. $0,4k$.

Câu 10. Biết gia tốc rơi tự do tại Quảng Ngãi lớn hơn tại TP.HCM 0,05%. Một con lắc đơn có chiều dài không đổi được đưa từ Quảng Ngãi vào TP.HCM thì chu kỳ con lắc

- A. tăng 0,025% B. giảm 0,025% C. tăng 0,22% D. giảm 0,22%.

Câu 11. Hai con lắc đơn có chu kỳ lần lượt $T_1 = 2$ s và $T_2 = 2,2$ s cùng dao động điều hòa. Thời gian giữa hai lần kế tiếp chúng cùng qua vị trí cân bằng thẳng đứng và cùng chiều là

- A. 15s B. 28s C. 22s D. 24,2s.

Câu 12. Một con lắc đơn treo ở trần ô tô. Khi ô tô đứng yên thì chu kỳ con lắc là 1,5s. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$. Khi ô tô chuyển động nhanh dần đều trên mặt đường ngang với gia tốc $2\sqrt{11}$ m/s thì chu kỳ con lắc xấp xỉ bằng

- A. 1,22s B. 1,44s C. 1,18s D. 1,37s.

Câu 13. Một ống sáo dài 50cm. Khi thổi trong ống sáo có sóng dừng với 3 nút. Biết tốc độ truyền âm trong ống sáo là 340m/s. Tần số của họa âm này là

- A. 510Hz B. 1700Hz C. 850Hz D. 1020Hz.

Câu 14. Một ô tô chạy thẳng đều trên đường bê tông. Cứ cách nhau 10m trên mặt đường có một rãnh nhỏ cắt ngang. Treo trên trần ô tô một con lắc lò xo có chu kỳ dao động $\frac{2}{3}$ s. Con lắc sẽ dao động với biên độ lớn nhất khi tốc độ ô tô bằng

- A. 15 km/h B. 54 km/h C. 72 km/h D. 60 km/h.

Câu 15. Chọn câu đúng

Dao động cưỡng bức có

- A. biên độ thay đổi
B. biên độ chỉ phụ thuộc vào biên độ của ngoại lực cưỡng bức
C. tần số bằng tần số dao động riêng của hệ
D. tần số bằng tần số của ngoại lực cưỡng bức.

Câu 16. Một con lắc lò xo dao động tắt dần. Cứ mỗi dao động toàn phần biên độ giảm đi 5% ứng với năng lượng đã giảm đi

- A. 5% B. 25% C. 9,75% D. 7,25%.

Câu 17. Hai dao động điều hòa cùng phương có các phương trình dao động :

$$x_1 = 5 \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right) (\text{cm}); \quad x_2 = 3 \cos \omega t (\text{cm})$$

- A. vuông pha B. lệch pha $\frac{\pi}{4}$ C. cùng pha D. ngược pha.

Câu 18. Hai nguồn kết hợp O_1, O_2 có các phương trình dao động:

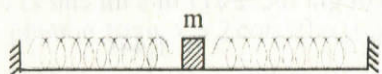
$$u_{01} = 2 \cos 50\pi t (\text{cm}); \quad u_{02} = 2 \cos \left(50\pi t + \frac{\pi}{2} \right) (\text{cm})$$

Tốc độ truyền sóng trong môi trường là 5m/s. M là một điểm cách O_1, O_2 lần lượt 20cm và 30cm. Độ lệch pha của hai dao động tại M là

- A. $\frac{\pi}{2}$ B. π C. $\frac{\pi}{4}$ D. 0.

Câu 19. Một con lắc lò xo gồm vật nặng m và lò xo có độ cứng dao động điều hòa với chu kỳ T. Sau đó lò xo này cắt thành hai phần bằng nhau và cùng với vật nặng m nối trên tạo thành hệ dao động như hình vẽ. Chu kỳ dao động của hệ

- A. $T' = 2T$ B. $T' = \frac{T}{2}$
C. $T' = T$ D. $T' = \frac{T}{4}$



Câu 20. Phương trình chuyển động có vật như sau: $x = 10 \sin^2 2\pi t$ (cm). Vật dao động với biên độ

- A. 10cm B. 20cm C. 5cm D. $10\sqrt{2}$ cm.

Câu 21. Một con lắc đơn có dây treo bị dẫn nở bởi nhiệt độ với hệ số dẫn nở là $\alpha = 4.10^{-5} \text{ K}^{-1}$. Khi nhiệt độ tăng lên 15°C thì chu kỳ đã tăng lên

- A. 0,03% B. 0,3% C. 3% D. 0,0003%.

Câu 22. Một lò xo nhẹ có chiều dài tự nhiên 44cm treo thẳng đứng, đầu dưới treo vật nặng. Kích thích cho vật dao động điều hòa theo phương thẳng đứng. Chiều dài cực đại và cực tiểu của lò xo là 54cm và 46cm. Lấy $g = \pi^2$ (m/s²). Chu kỳ dao động của vật là

- A. $0,2\sqrt{6}$ (s) B. $0,5\sqrt{3}$ (s) C. $0,3\sqrt{2}$ (s) D. $0,4\sqrt{5}$ (s).

Câu 23. Một con lắc lò xo đang đứng yên trên mặt bàn nằm ngang. Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng 5cm rồi thả nhẹ. Nếu mặt bàn không có ma sát thì vận tốc cực đại của vật là 40cm/s và nếu có ma sát thì vận tốc của vật lúc lò xo có chiều dài tự nhiên là 30m/s. Hệ số ma sát của mặt bàn có ma sát là

- A. 0,1 B. 0,05 C. 0,2 D. 0,07.

Câu 24. Hai nguồn dao động kết hợp cách nhau $\frac{23}{12} \cdot \lambda$ (λ là bước sóng) trên mặt

$$\text{chất lỏng với: } u_{s_1} = A \cos(\omega t); \quad u_{s_2} = A \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)$$

Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn thẳng nối liền hai nguồn là

- A. 4 B. 3 C. 5 D. 7.

Câu 25. Một vật dao động điều hòa với biên độ A chu kỳ T. Tốc độ trung bình khi vật đi từ $x = \frac{A}{2}$ đến khi đạt $v = \frac{v_{\max}}{2}$ theo chiều dương (trong thời gian ngắn nhất) là

- A. $\frac{A}{2T}$ B. $4(\sqrt{3}-1) \cdot \frac{A}{T}$ C. $6(\sqrt{3}-1) \cdot \frac{A}{T}$ D. $(3\sqrt{3}-1) \cdot \frac{A}{T}$.

Câu 26. Một con lắc lò xo treo thẳng đứng. Ở vị trí cân bằng lò xo dãn ra 2cm. Lấy $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng 1cm theo phương thẳng đứng rồi thả. Độ lớn gia tốc của vật lúc vừa thả ra là

- A. 0 B. $4,9 \text{ cm/s}^2$ C. $4,9 \text{ m/s}^2$ D. $9,8 \text{ m/s}^2$.

Câu 27. Một nguồn âm có công suất 5W phát ra sóng hình cầu. Cho rằng môi trường không hấp thụ âm. Lấy cường độ âm chuẩn $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$. Mức cường độ âm tại điểm cách nguồn âm 10m là

- A. 96dB B. 69dB C. 112dB D. 84dB.

Câu 28. Tốc độ truyền âm phụ thuộc vào

- A. tần số nguồn âm và nhiệt độ môi trường.
B. độ to và tần số của âm.
C. độ to của âm và tính đàn hồi môi trường.
D. tính đàn hồi và khối lượng riêng của môi trường.

Câu 29. Tại hai điểm A, B trên mặt chất lỏng có hai nguồn kết hợp, cùng pha, cùng tần số 100Hz và biên độ lần lượt 3cm và 4cm. Cho rằng biên độ sóng truyền đi không đổi. Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 10m/s. Biên độ dao động tổng hợp tại điểm M trên mặt chất lỏng cách hai nguồn lần lượt 15cm và 10cm là

- A. 7cm B. 1cm C. 5cm D. 2,8cm.

Câu 30. Một con lắc đơn dao động điều hòa với chu kỳ T. Treo con lắc này vào trần ô tô đang chuyển động biến đổi đều trên đường nằm ngang thì nó dao động điều hòa với chu kỳ T' . Biết rằng lúc dao động trong ô tô, ở vị trí cân bằng dây treo con lắc hợp với phương thẳng đứng góc α . Hệ thức đúng là

- A. $T' = T \cdot \cos \alpha$ B. $T' = \frac{T}{\cos \alpha}$ C. $T' = \frac{T}{\sqrt{\cos \alpha}}$ D. $T' = T \sqrt{\cos \alpha}$.

Câu 31. Hai nguồn kết hợp cùng pha A, B cách nhau 10cm tạo nên các vân giao thoa trên mặt chất lỏng với bước sóng 2cm. Gọi C, D là hai điểm khác trên mặt chất lỏng tạo với A, B thành hình vuông ABCD. Số điểm cực đại giao thoa trên đoạn thẳng CD là

- A. 11 B. 5 C. 10 D. 9.

Câu 32. Hai họa âm liên tiếp của dây đàn hơn kém nhau 120Hz. Tần số âm cơ bản là

- A. 120Hz B. 240Hz C. 60Hz D. 80Hz.

Câu 33. Chọn câu đúng

- A. Âm phát ra càng to độ cao của âm càng lớn.
B. Cường độ âm tăng bao nhiêu lần thì người nghe âm to bấy nhiêu lần.
C. Khi cường độ âm tăng lên 10^n lần thì mức cường độ âm cộng thêm 10ndB.
D. Âm thanh là tất cả những âm phát ra từ nguồn âm.

Câu 34. Một con lắc lò xo có $k = 100\text{N/m}$, $m = 100\text{g}$ dao động điều hòa theo phương nằm ngang với phương trình dao động có dạng: $x = 2\cos(\omega t + \varphi)$ (cm). Lấy $\pi^2 = 10$. Chọn chiều dương theo chiều lò xo tăng độ giãn và $t = 0$ lúc lò xo dài nhất. Biểu thức thế năng của con lắc là

- A. $W_t = 0,02\cos^2(10\pi t)$ (J) B. $W_t = 0,02\cos^2(10\pi t + \pi)$ (J)
C. $W_t = 200\cos^2(10\pi t)$ (J) D. $W_t = 2\cos^2(10\pi t + \pi)$ (J)

Câu 35. Hai con lắc đơn có tỉ số chiều dài bằng 1,1025 cùng dao động trong hai mặt phẳng song song. Biết chu kì con lắc có chiều dài ngắn hơn là 1s. Thời gian giữa hai lần liên tiếp chúng cùng qua vị trí cân bằng thẳng đứng và cùng chiều là

- A. 20s B. 19s C. 21s D. 22s.

Câu 36. Một con lắc đơn có khối lượng vật nặng là 100g, dài 50cm, dao động điều hòa nơi $g = \pi^2 = 10\text{m/s}^2$. Lấy mốc thế năng tại vị trí cân bằng. Thế năng con lắc ở li độ góc 5° xấp xỉ bằng

- A. 0,625J B. $1,93 \cdot 10^{-3}\text{J}$ C. 0,028J D. $3,48 \cdot 10^{-4}\text{J}$.

Câu 37. Chọn câu sai.

- A. Chu kì dao động của con lắc đơn dao động điều hòa không phụ thuộc vào khối lượng vật nặng.
B. Dao động duy trì có tần số dao động bằng tần số dao động riêng của vật.
C. Lực kéo về (lực hồi phục) trong dao động điều hòa của con lắc đơn tính bởi công thức $F = -mgS$; với m là khối lượng vật nặng và S là li độ dài.
D. Biên độ dao động cưỡng bức càng lớn khi tần số của lực cưỡng bức càng gần tần số riêng.

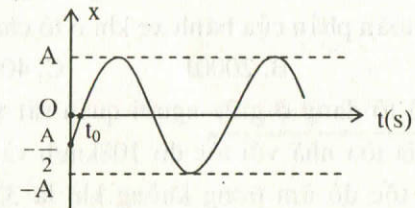
Câu 38. Một con lắc lò xo có độ cứng k , khối lượng vật nặng là m dao động điều hòa trên mặt bàn nằm ngang. Hệ số ma sát giữa vật và mặt bàn là μ . Gọi g là gia tốc rơi tự do. Độ giảm biên độ sau mỗi dao động toàn phần là

- A. $\frac{\mu mg}{k}$ B. $\frac{\mu mg}{2k}$ C. $\frac{2\mu mg}{k}$ D. $\frac{4\mu mg}{k}$.

Câu 39. Dây AB rất dài căng ngang đang có sóng truyền qua. Gọi M và N là hai điểm trên dây cách nhau $\frac{5\lambda}{4}$, với λ là bước sóng. Biết rằng sóng truyền từ M tới N. Lúc nào đó điểm M ở phía trên đoạn thẳng AB và đang đi lên thì ngay lúc đó điểm N đang

- A. Ở dưới AB và đi xuống. B. Ở dưới AB và đi lên.
C. Ở trên AB và đi xuống. D. Ở dưới AB và đi lên.

Câu 40. Đồ thị li độ x của vật dao động điều hòa có chu kì 3s như hình vẽ. t_0 bằng



- A. 0,5s B. 0,25s C. 0,75s D. 1,0s.

B. Phần riêng cho học sinh học theo chương trình nâng cao

Câu 41. Các ngôi sao được coi như các khối cầu bằng khí tự quay quanh mình mà không chịu tác dụng của ngoại lực và có thể tích co dần (nhưng khối lượng không đổi). Tốc độ góc quay của sao

- A. không đổi. B. tăng dần.
C. giảm dần. D. lúc đầu tăng, sau giảm.

Câu 42. Bánh xe hình vành tròn bán kính 50cm, chịu tác dụng của ngẫu lực có độ lớn 10N tiếp tuyến với vành bánh xe. Momen động lượng của bánh xe sau 10s kể từ lúc bắt đầu quay là

- A. $12,5\text{kgm}^2/\text{s}$ B. $100\text{kgm}^2/\text{s}$ C. $50\text{kgm}^2/\text{s}$ D. $37,5\text{kgm}^2/\text{s}$.

Câu 43. Một đĩa tròn đồng chất khối lượng 4kg, bán kính 10cm đang quay đều quanh một trục vuông góc với mặt đĩa và đi qua tâm với tốc độ 60vòng/phút thì bị hãm bởi một lực tiếp xúc với mép đĩa. Đĩa quay chậm dần đều và dừng lại sau khi quay thêm được 10 vòng nữa. Độ lớn bị hãm là

- A. 3,6N B. 0,72N C. $6,28 \cdot 10^{-2}\text{N}$ D. 6,28N.

Câu 44. Thanh OA dài 60cm đồng chất khối lượng phân bố đều. Chu kì dao động bé của thanh xung quanh đầu O nơi $g = 10\text{m/s}^2$ là

- A. 1,256s B. 1,538s C. 0,894s D. 1,874s.

Câu 45. Một vận động viên trượt băng nghệ thuật quay quanh một trục thẳng đứng với tốc độ 90vòng/phút với hai tay đang ngang, lúc này momen quán tính của người này đối với trục quay là 2kgm^2 . Sau đó họ đột ngột đặt hai tay áp sát thân làm momen quán tính còn lại 1Kg.m^2 . Lấy $\pi^2 = 10$. Động năng quay của vận động viên khi đặt hai tay áp sát thân là

- A. 16200J B. 4,5J C. 360J D. 180J.

Câu 46. Một máy dò tốc độ phát tín hiệu âm có tần số 1380Hz hướng về phía một chiếc ô tô đang hướng về phía đặt máy thì máy dò nhận được sóng phản xạ có tần số 1680Hz. Biết tốc độ âm trong không khí là 340m/s. Tốc độ ô tô là

- A. 100km/h B. 150km/h C. 120km/h D. 80km/h.

Câu 47. Một bánh xe ô tô có khối lượng 20kg coi như đĩa tròn bán kính 20cm. Động năng toàn phần của bánh xe khi ô tô chạy với tốc độ 72km/h là

- A. 6000J B. 2000J C. 4000J D. 3000J.

Câu 48. Một ô tô đang ở giữa người quan sát và tòa nhà cao tầng. Ô tô đang chạy về phía tòa nhà với tốc độ 108km/h và kéo còi. Âm của còi có tần số 1000Hz và tốc độ âm trong không khí là 330m/s. Người quan sát đã nghe được âm phản xạ từ tòa nhà có tần số

- A. 916,7Hz B. 1091Hz C. 1125,6Hz D. 1100Hz.

Câu 49. Ròng rọc có hình đĩa tròn khối lượng 300g được quán bởi một dây không dẫn khối lượng không đáng kể. Đầu dây có treo vật nặng 100g. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$. Thả nhẹ vật nặng thì sau 0,5s vật đi được

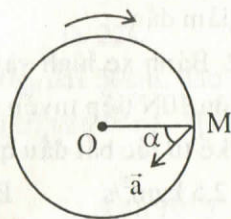
- A. 0,3125m B. 0,5m C. 1,25m D. 5m.

Câu 50. Một đĩa tròn quay nhanh dần đều

từ nghỉ với gia tốc góc $\frac{\sqrt{3}}{4}\text{rad/s}^2$ xung

quanh tâm O. Sau thời gian 2s kể từ lúc bắt đầu quay vectơ gia tốc $\vec{a}$ tại điểm M trên vành đĩa hợp với bán kính OM góc α bằng

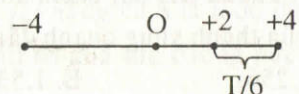
- A. $\frac{\pi}{6}\text{rad}$ B. $\frac{\pi}{3}\text{rad}$ C. $\frac{\pi}{4}\text{rad}$ D. $\frac{\pi}{12}\text{rad}$.



HƯỚNG DẪN GIẢI

Câu 1. Đáp án C.

Có $T = \frac{2\pi}{\pi} = 2\text{ (s)}$



Thời gian ngắn nhất để vật đi từ O đến $x = +2\text{cm}$ lần thứ hai là:

$$\Delta t = \frac{T}{4} + \frac{T}{6} = \frac{5T}{12} = \frac{5}{6}\text{ (s)}$$

Câu 2. Đáp án A.

Có $\begin{cases} x = A \cos(\omega t + \varphi) \\ a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi) \end{cases}$

Lúc $(\omega t + \varphi) = \frac{\pi}{4}$ thì $a = -8\text{m/s}^2$ nên: $-8 = -\omega^2 \cdot A \cos\left(\frac{\pi}{4}\right)$ (m/s²)

Với $\omega = 2\pi f = 4\pi$ (rad/s) nên:

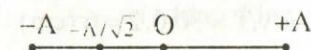
$$-8 = -(4\pi)^2 \cdot A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \rightarrow A = 0,05\sqrt{2}\text{ (m)} = 5\sqrt{2}\text{ (cm)}.$$

Câu 3. Đáp án D.

$$W_d + W_t = \frac{1}{2}kA^2$$

$$2W_t = \frac{1}{2}kA^2$$

$$2 \cdot \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2 \rightarrow x = \pm \frac{A}{\sqrt{2}}$$



- Tại $x = \frac{A}{\sqrt{2}}$, liên theo x tăng tức vật chạy dần về +A và lúc này thế năng cũng tăng.
- Tại $x = -\frac{A}{\sqrt{2}}$, liên theo x tăng tức vật chạy về phía O và lúc này thế năng giảm.

Vậy : $t = 0, x = -\frac{A}{\sqrt{2}}$ và $v > 0$

$$\begin{cases} -\frac{A}{\sqrt{2}} = A \cos \varphi \\ v = -\omega A \sin \varphi > 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = -\frac{1}{\sqrt{2}} \\ \sin \varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = -\frac{3\pi}{4}.$$

Câu 4. Đáp án D.

• $T = \frac{2\pi}{10\pi} = 0,2\text{ (s)}$

• Lúc $t = 0: x = 2\cos(0) = 2\text{ (cm)}$.

• Thời gian để vật đi từ $x = 2 \rightarrow x = -1\text{ (cm)}$ là $\Delta t = \frac{T}{4} + \frac{T}{12} = \frac{T}{3} = \frac{0,2}{3}\text{ (s)}$

Và $\Delta s = 2 + 1 = 3\text{ (cm)}$

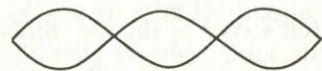
Vậy: $\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{3}{0,2/3} = 45(\text{cm/s})$.

Câu 5. Đáp án A.

• $l = n \cdot \frac{\lambda}{2} = n \cdot \frac{v}{2f} \rightarrow n = \frac{2 \cdot l \cdot f}{v} = \frac{2 \cdot \frac{4}{3} \cdot 600}{400} = 4$ (bụng) $\rightarrow$ Số nút : $n + 1 = 5$.

Câu 6. Đáp án C.

$l = n \cdot \frac{\lambda}{2} = n \cdot \frac{v}{2f} \rightarrow f = \frac{nv}{2l}$



Họa âm bậc 3 ứng với $n = 3$ nên: $f = \frac{3 \cdot 150}{2 \cdot 0,5} = 450(\text{Hz})$

Câu 7. Đáp án D.

Có $\begin{cases} T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{10\pi} = 0,2 \text{ (s)} \\ \lambda = v \cdot T = 30 \cdot 0,2 = 6 \text{ (cm)} \\ d_2 - d_1 = 2 \text{ (cm)} \end{cases}$

$\Delta\phi = 2\pi \cdot \frac{d_2 - d_1}{\lambda} = 2\pi \cdot \frac{2}{6} = \frac{2\pi}{3}$

$A_M = 2A \left| \cos \frac{\Delta\phi}{2} \right| = 2 \cdot 2 \left| \cos \frac{\pi}{3} \right| = 2(\text{cm})$

Câu 8. Đáp án D.

Nếu $x = A \sin(\omega t + \phi)$ thì $a = -\omega^2 A \sin(\omega t + \phi) = -2 \sin 10t \text{ (m/s}^2\text{)}$

Vậy : $\omega^2 A = 2 \text{ m/s}^2 = 200 \text{ cm/s}^2 \rightarrow A = \frac{200}{(10)^2} = 2(\text{cm})$

Do đó: $x = 2 \sin(10t) \text{ (cm)}$

• Lúc $t = 0,0785\text{s}$: $x = 2 \sin(10 \cdot 0,0785) = 2 \sin(0,785 \text{ rad}) = \sqrt{2} \text{ (cm)}$.

Câu 9. Đáp án C.

$a = -\omega^2 A \cos 5\pi t$

$|a| = \omega^2 A |\cos 5\pi t|$

$|a| : \max \leftrightarrow |\cos 5\pi t| = 1$

$5\pi t = k\pi \rightarrow t = 0,2k$.

Câu 10. Đáp án A.

Cần tìm : $\frac{\Delta T}{T_1} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} = \frac{T_2}{T_1} - 1 = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} - 1$ (*)

Theo đề : $\frac{g_1 - g_2}{g_1} = 0,05\% = 0,0005$

$1 - \frac{g_2}{g_1} = 0,0005 \rightarrow \frac{g_2}{g_1} = 0,9995 \rightarrow \frac{g_1}{g_2} = \frac{1}{0,9995}$

(*) $\rightarrow \frac{\Delta T}{T_1} = \frac{1}{\sqrt{0,9995}} - 1 \approx 0,00025 = 0,025\% > 0$: chu kì con lắc đưa từ

Quảng Ngãi (T_1) vào TPHCM (T_2) tăng lên 0,025%.

Câu 11. Đáp án C.

Giữa hai lần liên tiếp hai con lắc cùng qua vị trí cân bằng thẳng đứng và cùng chiều có số dao động hơn kém nhau một đơn vị. Vậy nếu N_1 là số dao động của con lắc thứ nhất (chu kì T_1) thì số dao động con lắc thứ hai (chu kì T_2) là $N_1 - 1$ (vì $T_2 > T_1$ tức con lắc thứ hai chuyển động chậm hơn). Vậy:

$\Delta t = N_1 \cdot T_1 = (N_1 - 1) T_2$

$N_1(T_2 - T_1) = T_2 \rightarrow N_1 = \frac{T_2}{T_2 - T_1} = \frac{2,2}{2,2 - 1} = 11$ (dao động)

Vậy: $\Delta t = N_1 \cdot T_1 = 11 \cdot 2 = 22 \text{ (s)}$.

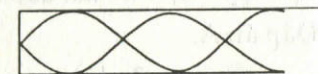
Câu 12. Đáp án D.

Con lắc ở trong ô tô chuyển động theo phương nằm ngang có gia tốc hiệu dụng $g' = \sqrt{g^2 + a^2} = \sqrt{10^2 + (2\sqrt{11})^2} = 12 \text{ (m/s}^2\text{)}$

Có $\begin{cases} T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g'}} \\ T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \end{cases} \Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{10}{12}} \rightarrow T' = 1,5 \cdot \sqrt{\frac{10}{12}} \approx 1,37 \text{ (s)}$

Câu 13. Đáp án C.

Tại đầu hở của ống sáo là bụng



Sóng nên: $l = m \cdot \frac{\lambda}{4} = m \cdot \frac{v}{4f} \rightarrow f = \frac{mv}{4l}$, với số bụng = số nút = $\frac{m+1}{2} = 3$

$\rightarrow m = 5$

Vậy: $f = \frac{5 \cdot 340}{4 \cdot 0,5} = 850 \text{ (Hz)}$

Câu 14. Đáp án B.

Con lắc sẽ dao động với biên độ lớn nhất khi có cộng hưởng, lúc đó: $T = T'$

Với: • T là chu kì dao động của con lắc bằng $\frac{2}{3}\text{s}$.

• T' là chu kỳ dao động của ngoại lực cưỡng bức bằng $\frac{L}{v}$

$$\text{Vậy: } \frac{2}{3} = \frac{L}{v} = \frac{10}{v} \rightarrow v = 15 \text{ (m/s)} = 54 \text{ (km/h)}.$$

Câu 15. Đáp án D.

Tần số của dao động cưỡng bức bằng tần số dao động riêng của ngoại lực cưỡng bức.

Câu 16. Đáp án C.

Chú ý rằng: nói đại lượng x giảm đi $a\%$ ($a > 0$) tức: $\frac{x_2 - x_1}{x_1} = -\frac{a}{100}$.

Vậy theo đề ta cần tìm: $\frac{E_2 - E_1}{E_1} = ?$

$$\text{Ta có: } \frac{E_2 - E_1}{E_1} = \frac{E_2}{E_1} - 1, \text{ với: } E_2 = \frac{1}{2}k\Lambda_2^2; E_1 = \frac{1}{2}k\Lambda_1^2$$

$$\text{nên: } \frac{E_2 - E_1}{E_1} = \left(\frac{\Lambda_2}{\Lambda_1}\right)^2 - 1$$

$$\text{Đã có: } \frac{\Lambda_2 - \Lambda_1}{\Lambda_1} = \frac{\Lambda_2}{\Lambda_1} - 1 = -0,05 \rightarrow \frac{\Lambda_2}{\Lambda_1} = 0,95$$

$$\text{Vậy: } \frac{E_2 - E_1}{E_1} = (0,95)^2 - 1 = -0,0975 = -9,75\% \text{ (dấu “-” chứng tỏ năng}$$

lượng giảm).

Câu 17. Đáp án D.

$$\text{Biến đổi: } x_1 = 5 \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2}\right) = 5 \cos(\omega t - \pi)$$

Vậy $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \pi$: hai dao động ngược pha.

Câu 18. Đáp án A.

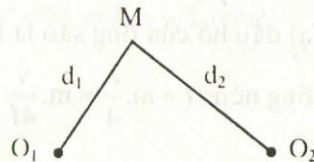
$$u_{1M} = 2 \cos\left(50\pi t - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right)$$

$$u_{2M} = 2 \cos\left(50\pi t + \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right)$$

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{2\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} - \frac{\pi}{2}$$

$$\text{Với: } \lambda = v.T = v \cdot \frac{2\pi}{10} = 5 \cdot \frac{2\pi}{50\pi} = 0,2 \text{ (m)} = 20 \text{ (cm)}$$

$$\text{Nên: } \Delta\varphi = \frac{2\pi(30 - 20)}{20} - \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{2}.$$



Câu 19. Đáp án B.

$$\bullet \text{ Lò xo và vật m: } T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}.$$

• Độ cứng mỗi lò xo sau khi cắt: $k_1 = 2k$.
Độ cứng của hệ dao động: $k' = 2k_1 = 4k$.

$$\text{Chu kỳ: } T' = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k'}}$$

$$\text{Lập tỉ số: } \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{k}{k'}} = \frac{1}{2} \rightarrow T' = \frac{T}{2}.$$

Câu 20. Đáp án C.

$$\text{Dùng công thức: } \sin^2 a = \frac{1 - \cos 2a}{2}$$

$$\text{Ta được: } x = 10 \cdot \frac{1 - \cos 2(2\pi t)}{2} = 5 - 5\cos 4\pi t \text{ (cm)}.$$

Vậy: vật dao động với biên độ 5cm.

Câu 21. Đáp án A.

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{1}{2}\alpha\Delta t = \frac{1}{2}4 \cdot 10^{-5} \cdot 15 = 3 \cdot 10^{-4} = 0,03\%.$$

Câu 22. Đáp án A.

$$A = \frac{l_{\max} - l_{\min}}{2} = \frac{54 - 46}{2} = 4 \text{ (cm)}$$

Lúc vật ở vị trí cân bằng, lò xo dài: $l_1 = l_{\min} + A = 46 + 4 = 50 \text{ (cm)}$

$$\Delta l_0 = l_1 - l_0 = 50 - 44 = 6 \text{ (cm)}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{9l_0}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{6 \cdot 10^{-2}}{\pi^2}} = 0,2\sqrt{6} \text{ (s)}$$

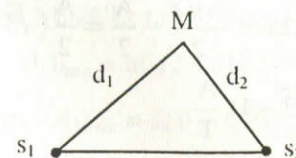
Câu 23. Đáp án D.

+ Mặt bàn không ma sát: $E_0 = \frac{1}{2}mv_0^2$ (E_0 là cơ năng lúc thả, $v_0 = 40\text{cm/s}$)

+ Mặt bàn có ma sát: $E_0 = \frac{1}{2}mv^2 + \mu mgA$ hay $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \mu mg.A$

$$\rightarrow \mu = \frac{v_0^2 - v^2}{2gA} = \frac{0,4^2 - 0,3^2}{2 \cdot 10 \cdot 0,05} = 0,07$$

Câu 24. Đáp án B.



Có
$$\begin{cases} u_{1M} = A \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right) \\ u_{2M} = A \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{6} - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right) \end{cases}$$

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{2\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} - \frac{\pi}{6}$$

- Tại M có biên độ dao động cực đại nên:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} - \frac{\pi}{6} = 2k\pi \rightarrow d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{12}\right) \cdot \lambda \quad (1)$$

- Lấy $M \in S_1S_2$ thì $d_2 + d_1 = S_1S_2 = \frac{23}{12} \cdot \lambda \quad (2)$

$$(1) + (2) \rightarrow d_2 = \left(\frac{k}{2} + 1\right) \cdot \lambda$$

$$\text{Với: } 0 < d_2 = \left(\frac{k}{2} + 1\right) \cdot \lambda < S_1S_2 = \frac{23}{12} \cdot \lambda$$

$$\rightarrow -2 < k < \frac{22}{12} = 1,83$$

$$k = -1, 0, 1$$

Vậy trên S_1S_2 có 3 điểm dao động với biên độ cực đại.

Câu 25. Đáp án C.

- có $x^2 + \left(\frac{v_{\max}}{\omega}\right)^2 = A^2 \Leftrightarrow x^2 + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{\omega A}{\omega}\right)^2 = A^2 \rightarrow x = \pm \frac{A\sqrt{3}}{2}$

$$\text{Để có thời gian bé nhất ta lấy } x = \frac{A\sqrt{3}}{2}.$$

- Ta biết:

- Thời gian từ 0 $\rightarrow \frac{A}{2}$ là $\frac{T}{12}$

- Thời gian từ 0 $\rightarrow \frac{A\sqrt{3}}{2}$ là $\frac{T}{6}$

$$\text{Vậy thời gian từ } \frac{A}{2} \rightarrow \frac{A\sqrt{3}}{2} \text{ là: } \Delta t = \frac{T}{6} - \frac{T}{12} = \frac{T}{12}.$$

$$\text{quãng đường: } \Delta s = \frac{A\sqrt{3}}{2} - \frac{A}{2} = \frac{A}{2}(\sqrt{3} - 1)$$

$$\text{Vậy: } \bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = 6(\sqrt{3} - 1) \cdot \frac{A}{T}.$$

Câu 26. Đáp án C.

$$\omega^2 = \frac{g}{\Delta l_0} = \frac{9,8}{0,02} = 490 \text{ (rad/s)}$$

Lúc thả vật: $|x| = 1 \text{ cm}$ có độ lớn gia tốc:

$$|a| = \omega^2 |x| = 490 \times 0,01 = 4,9 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Câu 27. Đáp án A.

$$I = \frac{P}{4\pi R^2} = \frac{5}{4\pi \cdot 10^2} = \frac{1}{80\pi} \text{ (W/m}^2\text{)}.$$

$$\begin{aligned} L(\text{dB}) &= 10 \lg \frac{I}{I_0} = 10 \lg \frac{1}{80\pi \cdot 10^{-12}} = 10 \lg \frac{10^{11}}{8\pi} \\ &= 10(\lg 10^{11} - \lg 8\pi) = 10(11 - 1,4) = 96 \text{ (dB)}. \end{aligned}$$

Câu 28. Đáp án D.

Câu 29. Đáp án B.

$$\text{Độ lệch pha của hai dao động tại M: } \Delta\varphi = \frac{2\pi(d_1 - d_2)}{\lambda}$$

$$\text{Với } \lambda = \frac{v}{f} = \frac{10}{100} = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ (cm)} \text{ nên: } \Delta\varphi = \frac{2\pi(15 - 10)}{10} = \pi$$

$$A_M = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos \Delta\varphi} = \sqrt{3^2 + 4^2 + 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \cos \pi} = 1 \text{ (cm)}$$

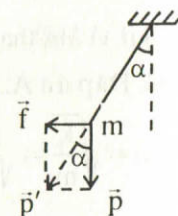
Câu 30. Đáp án D.

Trong ô tô con lắc còn chịu thêm lực quán tính $\vec{f} = -m\vec{a}$ nên con lắc chịu tác dụng của trọng lực biểu kiến: $\vec{p}' = \vec{p} + \vec{f}$

$$\text{Lúc dây ở vị trí cân bằng ta có: } P' = \frac{P}{\cos \alpha} \rightarrow g' = \frac{g}{\cos \alpha}$$

$$\text{Chu kỳ con lắc trong ô tô: } T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g'}} \text{ và:}$$

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\cos \alpha} \rightarrow T' = T \cdot \sqrt{\cos \alpha}.$$



Câu 31. Đáp án B.

M là điểm cực đại giao thoa trên CD, ta có: $d_2 - d_1 = k \cdot \lambda$.

- Khi M trùng C thì: $(d_2 - d_1)_{\max} = a(\sqrt{2} - 1)$
- Khi M trùng với D thì $(d_2 - d_1)_{\min} = a(1 - \sqrt{2})$

Vậy: $a(1 - \sqrt{2}) \leq k.\lambda \leq a(\sqrt{2} - 1)$

$$\frac{a}{\lambda}(1 - \sqrt{2}) \leq k \leq \frac{a}{\lambda}(\sqrt{2} - 1)$$

$$\frac{10}{2} \cdot (1 - \sqrt{2}) \leq k \leq \frac{10}{2} \cdot (\sqrt{2} - 1)$$

$$-2,07 \leq k \leq 2,07$$

$K = -2, -1, 0, 1, 2$ (5 giá trị k)

Vậy có 5 điểm dao động cực đại trên CD.

Câu 32. Đáp án A.

$$\text{Tần số âm cơ bản: } f_1 = \frac{v}{2l}$$

$$\text{Tần số hai họa âm kế tiếp: } f_n = n \cdot \frac{v}{2l} = n f_1$$

$$f_{n+1} = (n+1) \cdot \frac{v}{2l} = (n+1) \cdot f_1$$

$$\rightarrow f_1 = f_{n+1} - f_n = 120 \text{ Hz}$$

Câu 33. Đáp án C.

A. Sai vì độ to liên quan đến cường độ âm còn độ cao liên quan đến tần số.

B. Sai vì độ to của âm *không* tỉ lệ thuận với cường độ âm.

C. Đúng vì: $L_1(\text{dB}) = 10 \lg \frac{I_1}{I_0}$, với $I_2 = 10^n \cdot I_1$ thì

$$\begin{aligned} L_2(\text{dB}) &= 10 \lg \frac{10^n \cdot I_1}{I_0} = 10 \left(\lg 10^n + \lg \frac{I_1}{I_0} \right) = 10 \left(n + \lg \frac{I_1}{I_0} \right) \\ &= 10n + 10 \lg \frac{I_1}{I_0} = 10n + L_1 \end{aligned}$$

D. Sai vì âm thanh là những âm mà tai con người có thể nghe được.

Câu 34. Đáp án A.

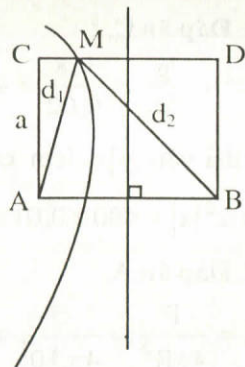
$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{100}{0,1}} = 10\pi \text{ (rad/s)}$$

$$t = 0, x = A \text{ nên: } A = A \cos \varphi \rightarrow \varphi = 0.$$

$$\text{Vậy: } x = 0,02 \cos(10\pi t) \text{ (m)}$$

• Thế năng:

$$W_t = \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot (0,02)^2 \cdot \cos^2(10\pi t) = 0,02 \cos^2(10\pi t) \text{ (J)}$$



Câu 35. Đáp án C.

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} = 1,05$$

Thời gian giữa hai lần liên tiếp chùng cùng qua vị trí cân bằng và càng nhiều

$$\text{là: } \Delta t = N \cdot T_1 = (N+1) T_2 \rightarrow \frac{N+1}{N} = \frac{T_1}{T_2} = 1,05 \rightarrow N = 20$$

$$\text{Vậy: } \Delta t = (N+1) T_2 = (20+1) \cdot 1 = 21 \text{ (s)}$$

Câu 36. Đáp án B.

Với dao động điều hòa (dao động bé) thì thế năng:

$$W_t = \frac{1}{2} m g l \alpha^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot 10 \cdot 0,5 \cdot \left(\frac{5\pi}{180} \right)^2 \approx 1,93 \cdot 10^{-3} \text{ (J)}$$

Câu 37. Đáp án C.

Lực kéo về trong dao động điều hòa của con lắc đơn:

$$F = -m g \alpha = -m g \cdot \frac{s}{l}$$

Câu 38. Đáp án D.

Gọi A_1, A_2 là hai biên độ kế tiếp trong nửa dao động đầu.

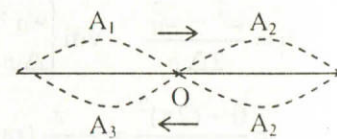
– Công ma sát: $\mu m g (A_1 + A_2)$

– Ta biết: Độ giảm cơ năng bằng công ma sát nên:

$$\frac{1}{2} k (A_1^2 - A_2^2) = \mu m g (A_1 + A_2)$$

$$\frac{1}{2} k (A_1 - A_2) = \mu m g$$

$$A_1 - A_2 = \frac{2\mu m g}{k} = \text{không đổi} \quad (1)$$



$$\text{Tương tự trong nửa dao động kế tiếp: } A_2 - A_3 = \frac{2\mu m g}{k} \quad (2)$$

$$(1) + (2): \Delta A = A_1 - A_3 = \frac{4\mu m g}{k}$$

Câu 39. Đáp án B.

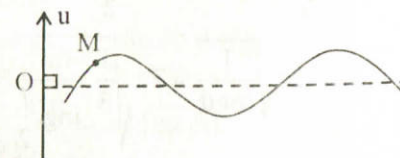
Chọn trục li độ u hướng lên và cho:

$$u_M = u_0 \cos(\omega t) \rightarrow (u_M)' = -u_0 \omega \sin(\omega t)$$

Vào lúc t_0 :

$$u_M = u_0 \cos(\omega t_0) > 0 \rightarrow \cos(\omega t_0) > 0$$

$$(u_M)' = -u_0 \omega \sin(\omega t_0) > 0 \rightarrow \sin(\omega t_0) < 0$$



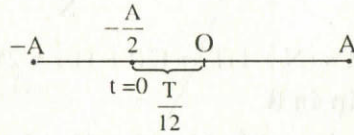
Ngay lúc đó: $u_N = u_0 \cos\left(\omega t_0 - \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{5\lambda}{4}\right) = u_0 \cos\left(\omega t_0 - \frac{\pi}{2}\right) = u_0 \sin(\omega t_0) < 0$

Và: $(u_N)' = -u_0 \omega \sin\left(\omega t_0 - \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{5\lambda}{4}\right) = -u_0 \omega \sin\left(\omega t_0 - \frac{\pi}{2}\right) = u_0 \omega \cos(\omega t_0) > 0$

Vì $u_N < 0$ và $(u_N)' > 0$ nên ngay lúc đó điểm N ở dưới đường AB và đang đi lên.

Câu 40. Đáp án B.

$$t_0 = \frac{T}{12} = \frac{3}{12} = 0,25 \text{ (s)}.$$



Câu 41. Đáp án B.

Theo định luật bảo toàn momen động lượng:

$$I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2$$

$$\left(\frac{2}{5} m R_1^2\right) \omega_1 = \left(\frac{2}{5} m R_2^2\right) \omega_2 \rightarrow \omega_2 = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 \cdot \omega_1 > \omega_1 \text{ vì } R_1 > R_2.$$

Vậy tốc độ góc tăng dần.

Câu 42. Đáp án B.

$$\text{Có } \begin{cases} M = I \cdot \gamma \\ L = I \cdot \omega \end{cases} \rightarrow \frac{L}{M} = \frac{\omega}{\gamma} = \frac{\gamma \cdot t}{\gamma} = t.$$

$$L = M \cdot t = F \cdot 2R \cdot t = 10 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 10 = 100 \text{ (kgm}^2/\text{s)}.$$

Câu 43. Đáp án C.

$$\bullet \quad \omega^2 - \omega_0^2 = 2\gamma \cdot \Delta\varphi$$

$$\gamma = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\Delta\varphi} \quad \text{với } \begin{cases} \omega_0 = 2\pi \text{ rad/s} \\ \Delta\varphi = 20\pi \text{ rad} \end{cases}$$

$$= \frac{0 - (2\pi)^2}{2 \cdot 10\pi} = -\frac{\pi}{10} \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

$$\bullet \quad -F_c \cdot R = I \cdot \gamma = \frac{1}{2} m R^2 \cdot \gamma$$

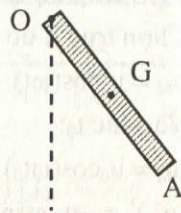
$$F_c = -\frac{1}{2} m \cdot R \cdot \gamma = -\frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 0,1 \cdot \left(-\frac{\pi}{10}\right) = 6,28 \cdot 10^{-2} \text{ (N)}$$

Câu 44. Đáp án A.

$$I = \frac{1}{3} m l^2; d = OG = \frac{l}{2} \text{ nên:}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}} = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{1}{3} m l^2}{mg \cdot \frac{l}{2}}} = 2\pi \sqrt{\frac{2}{3} \cdot \frac{l}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{2}{3} \cdot \frac{0,6}{10}}$$

$$= 1,256 \text{ (s)}$$



Câu 45. Đáp án D.

Định luật bảo toàn momen động lượng:

$$I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2 \rightarrow \omega_2 = \frac{I_1}{I_2} \cdot \omega_1 = \frac{2}{1} \cdot 90 = 180 \text{ (vòng/phút)}$$

$$= 6\pi \text{ (rad/s)}$$

$$\text{Động năng: } W_d = \frac{1}{2} I_2 \omega_2^2 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot (6\pi)^2 = 180 \text{ (J)}$$

Câu 46. Đáp án C.

– Ô tô nhận được âm có tần số f' với:

$$f' = f \cdot \frac{v + v_0}{v} \quad (v_0 \text{ là vận tốc ô tô})$$

– Sau đó ô tô coi như nguồn phát âm, phát ra sóng phản xạ âm và máy dò thu được âm có tần số f'' :

$$f'' = f' \cdot \frac{v}{v - v_0} = f \cdot \frac{v + v_0}{v} \times \frac{v}{v - v_0} = f \cdot \frac{v + v_0}{v - v_0}.$$

$$\text{Thay số: } 1680 = 1380 \cdot \frac{340 + v_0}{340 - v_0}$$

$$\rightarrow v_0 = \frac{100}{3} \text{ (m/s)} = 120 \text{ (km/h)}.$$

Câu 47. Đáp án A.

$$I = \frac{1}{2} m R^2 = \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 0,2^2 = 0,4 \text{ (kg.m}^2\text{)}$$

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{20}{0,2} = 100 \text{ (rad/s)}$$

$$\text{– Động năng quay: } W_q = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,4 \cdot 100^2 = 2000 \text{ (J)}$$

$$\text{– Động năng tịnh tiến: } W_t = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 20^2 = 4000 \text{ (J)}$$

$$\text{– Động năng toàn phần của bánh xe: } W_d = W_q + W_t = 6000 \text{ (J)}.$$

Câu 48. Đáp án D.

$$\text{Tòa nhà thu được âm có tần số: } f' = f \cdot \frac{v}{v - v_0} \quad (v_0 \text{ là tốc độ ô tô})$$

$$= 1000 \cdot \frac{330}{330 - 30} = 1100 \text{ (Hz)}$$

Sau đó tòa nhà phản xạ âm với âm phản xạ cùng có tần số $f' = 1100\text{Hz}$ và người quan sát đứng yên cũng nhận được âm có tần số này.

Câu 49. Đáp án B.

$$a = \frac{mg}{m + \frac{1}{2}M} = \frac{0,1 \cdot 10}{0,1 + \frac{1}{2} \cdot 0,3} = \frac{1}{0,25} = 4 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 0,5^2 = 0,5 \text{ (m)}.$$

Câu 50. Đáp án A.

$$\tan \alpha = \frac{a_t}{a_m} = \frac{r\gamma}{r\omega^2} = \frac{\gamma}{\omega^2} = \frac{\gamma}{(\gamma t)^2} = \frac{1}{\gamma t^2} = \frac{1}{\frac{\sqrt{3}}{4} \times 2^2} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\rightarrow \alpha = \frac{\pi}{6}.$$

TRÍCH ĐỀ THI ĐẠI HỌC VÀ CAO ĐẲNG 2010 VÀ 2011

(Phần cơ học)

Năm 2010

A. Phần chung cho tất cả thí sinh

Câu 1. Ba điểm O, A, B cùng nằm trên nửa đường thẳng xuất phát từ O. Tại O đặt một nguồn điểm phát sóng âm đẳng hướng ra không gian, môi trường không hấp thụ âm. Mức cường độ âm tại A là 60dB, tại B là 20dB. Mức cường độ âm tại trung điểm M của đoạn AB là

- A. 40dB B. 34dB C. 26dB D. 17dB

Câu 2. Một chất điểm dao động điều hòa với chu kỳ T. Trong khoảng thời gian ngắn nhất khi đi từ vị trí biên có li độ $x = A$ đến vị trí $x = -\frac{A}{2}$, chất điểm có

tốc độ trung bình là

- A. $\frac{3A}{2T}$ B. $\frac{6A}{T}$ C. $\frac{4A}{T}$ D. $\frac{9A}{2T}$

Câu 3. Tại nơi có gia tốc trọng trường là g, một con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ góc α_0 nhỏ. Lấy mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Khi con lắc chuyển động nhanh dần theo chiều dương đến vị trí có động năng bằng thế năng thì li độ góc α của con lắc bằng

- A. $\frac{-\alpha_0}{\sqrt{3}}$ B. $\frac{-\alpha_0}{\sqrt{2}}$ C. $\frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$ D. $\frac{\alpha_0}{\sqrt{3}}$

Câu 4. Một sợi dây AB dài 100cm căng ngang, đầu B cố định, đầu A gắn với một nhánh của âm thoa dao động điều hòa với tần số 40Hz. Trên dây AB có một sóng dừng ổn định, A được coi là nút sóng. Tốc độ truyền sóng trên dây là 20m/s. Kể cả A và B, trên dây có

- A. 5 nút và 4 bụng B. 3 nút và 2 bụng
C. 9 nút và 8 bụng D. 7 nút và 6 bụng

Câu 5. Điều kiện để hai sóng cơ khi gặp nhau giao thoa được với nhau là hai sóng phát xuất từ hai nguồn dao động

- A. cùng biên độ và có hiệu số pha không đổi theo thời gian
B. cùng phương, cùng tần số
C. có cùng pha ban đầu và cùng biên độ
D. cùng phương, cùng tần số và có hiệu số pha không đổi theo thời gian

Câu 6. Ở mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn sóng kết hợp A và B cách nhau 20cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình $u_A = 2\cos 40\pi t$ và $u_B = 2\cos(40\pi t + \pi)$ (u_A và u_B tính bằng mm, t tính bằng s). Biết tốc độ

truyền sóng trên mặt chất lỏng là 30cm/s. Xét hình vuông AMNB thuộc mặt thoáng chất lỏng. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn BM là

- A. 19 B. 18 C. 17 D. 20

Câu 7. Một con lắc lò xo gồm vật nhỏ khối lượng 0,02kg và lò xo có độ cứng 1N/m. vật nhỏ được đặt trên giá đỡ cố định nằm ngang dọc theo trục lò xo. Hệ số ma sát trượt giữa giá đỡ và vật nhỏ là 0,1. Ban đầu giữ vật ở vị trí lò xo bị nén 10cm rồi buông nhẹ để con lắc dao động tắt dần. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$. Tốc độ lớn nhất vật nhỏ đạt được trong quá trình dao động là

- A. $40\sqrt{3}\text{ cm/s}$ B. $20\sqrt{6}\text{ cm/s}$ C. $10\sqrt{30}\text{ cm/s}$ D. $40\sqrt{2}\text{ cm/s}$

Câu 8. Dao động tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số có phương trình li độ $x = 3\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)$ (cm). Biết dao động thứ nhất có phương

trình li độ $x_1 = 5\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm. Dao động thứ hai có phương trình li độ là

- A. $x_2 = 8\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm) B. $x_2 = 2\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm)
C. $x_2 = 2\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)$ (cm) D. $x_2 = 8\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)$ (cm)

Câu 9. Lực kéo về tác dụng lên một chất điểm dao động điều hòa có độ lớn

- A. và hướng không đổi
B. tỉ lệ với độ lớn của li độ và luôn hướng về vị trí cân bằng
C. tỉ lệ với bình phương biên độ
D. không đổi nhưng hướng thay đổi

Câu 10. Một vật dao động tắt dần có các đại lượng giảm liên tục theo thời gian là

- A. biên độ và năng lượng B. li độ và tốc độ
C. biên độ và tốc độ D. biên độ và gia tốc

Câu 11. Một con lắc lò xo dao động điều hòa với chu kỳ T và biên độ 5cm. Biết trong một chu kỳ khoảng thời gian để vật nhỏ của con lắc có độ lớn gia tốc không vượt quá 100cm/s^2 là $\frac{T}{3}$. Lấy $\pi^2 = 10$. Tần số dao động của vật là

- A. 4Hz B. 3Hz C. 1Hz D. 2Hz

Câu 12. Tại một điểm trên mặt chất lỏng có một nguồn dao động với tần số 120Hz tạo ra sóng ổn định trên mặt chất lỏng. Xét 5 gợn lồi liên tiếp trên một phương truyền sóng ở về một phía so với nguồn, gợn thứ nhất cách gợn thứ năm 0,5m. Tốc độ truyền sóng là

- A. 30m/s B. 15m/s C. 12m/s D. 25m/s

Câu 13. Vật nhỏ của một con lắc lò xo dao động điều hòa theo phương ngang, mốc thế năng tại vị trí cân bằng. Khi gia tốc của vật có độ lớn bằng một nửa độ lớn gia tốc cực đại thì tỉ số giữa động năng và thế năng của vật là

- A. $\frac{1}{2}$ B. 3 C. 2 D. $\frac{1}{3}$

Câu 14. Một con lắc đơn có chiều dài dây treo 50cm và vật nhỏ có khối lượng 0,01kg mang điện tích $q = 5 \cdot 10^{-6}\text{C}$ được coi là điện tích điểm. Con lắc dao động điều hòa trong điện trường đều mà vectơ cường độ điện trường có độ lớn $E = 10^4\text{ V/m}$ và hướng thẳng đứng xuống dưới. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$ và $\pi = 3,14$. Chu kỳ dao động điều hòa của con lắc là

- A. 0,58s B. 1,99s C. 1,40s D. 1,15s

B. Theo chương trình nâng cao

Câu 15. Một bánh đà có momen quán tính đối với trục quay cố định của nó là $0,4\text{kg.m}^2$. Để bánh đà tăng tốc từ trạng thái đứng yên đến tốc độ góc ω phải tốn công 2000J. Bỏ qua ma sát. Giá trị của ω là

- A. 10 rad/s B. 200rad/s C. 100rad/s D. 50rad/s

Câu 16. Để kiểm chứng hiệu ứng Dopple, người ta bố trí trên một đường ray thẳng một nguồn âm chuyển động đều với tốc độ 30m/s phát ra âm với tần số xác định và một máy thu âm đứng yên. Biết âm truyền trong không khí với tốc độ 340m/s. Khi nguồn âm lại gần thì máy thu đo được tần số âm là 740Hz. Khi nguồn âm ra xa thì máy thu đo được tần số âm là

- A. 620Hz B. 820Hz C. 780Hz D. 560Hz

Câu 17. Một chất điểm khối lượng m quay xung quanh trục cố định Δ theo quỹ đạo tròn tâm O bán kính r. Trục Δ qua tâm O và vuông góc với mặt phẳng quỹ đạo. Tại thời điểm t, chất điểm có tốc độ dài, tốc độ góc, gia tốc hướng tâm và động lượng lần lượt là v, ω , a_n và p. Momen động lượng của chất điểm đối với trục Δ được xác định bởi

- A. $L = p.r$ B. $L = m.r.\omega$ C. $L = mvr^2$ D. $L = ma_n$

Câu 18. Trong chuyển động quay của vật rắn quanh một trục cố định, momen quán tính của vật đối với trục quay

- A. phụ thuộc vào tốc độ góc của vật
B. tỉ lệ với gia tốc góc của vật
C. phụ thuộc vị trí của vật đối với trục quay
D. tỉ lệ với momen lực tác dụng vào vật

Câu 19. Một vật rắn đang quay đều quanh trục cố định Δ với tốc độ góc 30rad/s thì chịu tác dụng của một momen hãm có độ lớn không đổi nên quay chậm

dần đều và dừng lại sau 2 phút. Biết momen quán tính của vật rắn này đối với trục Δ là 10kgm^2 . Momen hãm có độ lớn

- A. 3,5N.m B. 3,0N.m C. 2,5N.m D. 2,0N.m

HƯỚNG DẪN GIẢI

Câu 1. Đáp án C

$$\text{Áp dụng: } L_2 - L_1 = 10\lg\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = 20\lg\frac{r_1}{r_2}$$

$$\text{Ta được: } L_A - L_B = 20\lg\frac{r_B}{r_A}$$

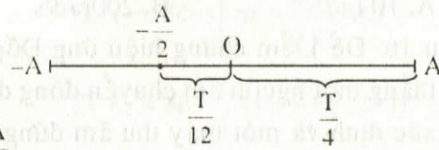
$$40 = 20\lg\frac{r_B}{r_A} \rightarrow \lg\frac{r_B}{r_A} = 2 = \lg 10^2 \rightarrow \frac{r_B}{r_A} = 100 \rightarrow r_B = 100r_A$$

$$\text{Có: } r_M = \frac{r_A + r_B}{2} = \frac{101r_A}{2} = 50,5r_A$$

$$L_A - L_M = 20\lg\frac{r_M}{r_A} = 20\lg 50,5 \rightarrow L_M = L_A - 20\lg 50,5 = 60 - 20\lg 50,5 \approx 26(\text{dB})$$

Câu 2. Đáp án D

$$\text{Có } \begin{cases} \Delta t = \frac{T}{12} + \frac{T}{4} = \frac{T}{3} \\ \Delta s = \frac{A}{2} + A = \frac{3A}{2} \end{cases} \Rightarrow \bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{9A}{2T}$$



Câu 3. Đáp án B

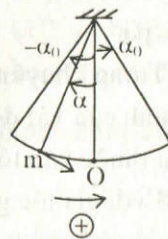
- Con lắc chuyển động nhanh dần theo chiều dương tức lúc đó $\alpha < 0$
- Có $W_t + W_d = W$.

$$\text{Tại } W_t = W_d \text{ thì: } 2W_t = W$$

$$2\left(\frac{1}{2}mg l \alpha^2\right) = \frac{1}{2}mg l \alpha_0^2$$

$$\alpha^2 = \frac{\alpha_0^2}{2} \rightarrow \alpha = \pm \frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$$

$$\text{Vì } \alpha < 0 \text{ nên: } \alpha = -\frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$$



Câu 4. Đáp án A

$$\text{Vì 2 đầu là nút nên: } l = n \cdot \frac{\lambda}{2} = n \cdot \frac{v}{2f} \rightarrow n = \frac{2lf}{v} = \frac{2 \cdot 1 \cdot 40}{20} = 4$$

$$\rightarrow \begin{cases} \text{Số bụng} = n = 4 \\ \text{số nút} = n + 1 = 5 \end{cases}$$

Câu 5. Đáp án D

Câu 6. Đáp án A

Vì A và B là hai nguồn kết hợp ngược pha nên điểm P có biên độ cực đại thỏa mãn:

$$d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right) \cdot \lambda$$

$$\text{với } \lambda = v \cdot T = v \cdot \frac{2\pi}{\omega} = 30 \cdot \frac{2\pi}{40\pi} = 1,5 (\text{cm})$$

$$\text{nên: } d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right) \cdot 1,5$$

$$\bullet (d_2 - d_1)_{\max} = MB - MA = 20(\sqrt{2} - 1)$$

$$\bullet (d_2 - d_1)_{\min} = 0 - BA = -20$$

$$\text{Vậy: } -20 \leq \left(k + \frac{1}{2}\right) \cdot 1,5 \leq 20(\sqrt{2} - 1)$$

$$-13,8 \leq k \leq 5,0062$$

$$k = -13, \dots, 0, \dots, 5 \text{ (19 giá trị } k)$$

Vậy có 19 vị trí cực đại trên MB

Câu 7. Đáp án D

Theo định luật bảo toàn năng lượng trong quá trình dao động có ma sát:

$$\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv^2 + \mu mg(A - x)$$

$$\rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kA^2 - \frac{1}{2}kx^2 - \mu mg(A - x) \quad (*)$$

Đặt: $y = \frac{1}{2}mv^2$ là một hàm số theo biến số x.

$$y: \text{max thì } y' = 0. \text{ Với } y' = -kx + \mu mg = 0$$

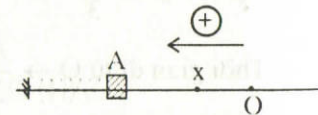
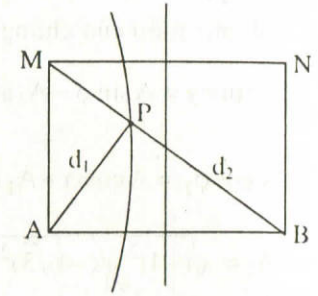
$$\rightarrow x = \frac{\mu mg}{k} = \frac{0,1 \cdot 0,02 \cdot 10}{1} = 0,02 (\text{m})$$

Lúc đó (*) cho:

$$\begin{aligned} y_{\max} &= \frac{1}{2}mv_{\max}^2 = \frac{1}{2} \cdot 1(0,1^2 - 0,02^2) - 0,1 \cdot 0,02 \cdot 10(0,1 - 0,02) \\ &= 0,0048 - 0,0016 = 0,0032 \end{aligned}$$

$$\frac{1}{2} \cdot 0,02 \cdot v_{\max}^2 = 0,0032 \rightarrow v_{\max}^2 = 0,32$$

$$\rightarrow v_{\max} = \sqrt{0,32} = 0,4\sqrt{2} (\text{m/s}) = 40\sqrt{2} (\text{cm/s})$$



Câu 8. Đáp án D

Có: $x = x_1 + x_2 \rightarrow x_2 = x - x_1$

Vectơ quay: $\vec{x}_2 = \vec{x} - \vec{x}_1$

Các hình chiếu của chúng xuống trục đứng và ngang lần lượt:

$$\begin{cases} A_2 \sin \varphi_2 = A \sin \varphi - A_1 \sin \varphi_1 = 3 \sin \left(-\frac{5\pi}{6} \right) - 5 \sin \left(\frac{\pi}{6} \right) = -4 \\ A_2 \cos \varphi_2 = A \cos \varphi - A_1 \cos \varphi_1 = 3 \cos \left(-\frac{5\pi}{6} \right) - 5 \cos \left(\frac{\pi}{6} \right) = -4\sqrt{3} \end{cases}$$

$\Rightarrow A_2 = \sqrt{(-4)^2 + (-4\sqrt{3})^2} = 8(\text{cm})$

và $\tan \varphi_2 = \frac{-4}{-4\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \rightarrow \varphi_2 = \frac{\pi}{6}$ hoặc $\left(-\frac{5\pi}{6} \right)$

Chú ý rằng $\sin \varphi_2 < 0$ nên $\varphi_2 = -\frac{5\pi}{6}$

Vậy $x_2 = 8 \cos \left(\pi t - \frac{5\pi}{6} \right) (\text{cm})$

Câu 9. Đáp án B

Câu 10. Đáp án A

Câu 11. Đáp án C

Trong thời gian $\frac{T}{3}$ vật đi từ $-\frac{A}{2} \rightarrow \frac{A}{2}$ (hình vẽ)

$\rightarrow$ Thời gian đi từ O $\rightarrow \frac{A}{2}$ là $\frac{T}{6}$

có $|a| = 1 \text{ m/s}^2 = \omega^2 |x|$ với $|x| = \frac{A}{2} = \frac{5}{2} \cdot 10^{-2} (\text{m})$

nên: $1 = \omega^2 \cdot \frac{5}{2} \cdot 10^{-2} \rightarrow \omega^2 = 0,4 \cdot 10^2 = 40$

$(2\pi f)^2 = 40 \rightarrow f = 1 (\text{Hz})$

Câu 12. Đáp án B

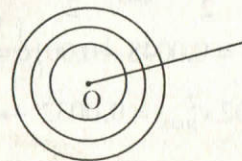
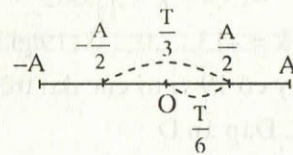
Khoảng cách hai gợn sóng liên tục là λ nên 5 gợn liên tục cách nhau 4λ . Vậy $4\lambda = 0,5$

$\lambda = \frac{0,5}{4} = 0,125 (\text{m})$

$\rightarrow v = \lambda \cdot f = 0,125 \cdot 120 = 15 (\text{m})$

Câu 13. Đáp án B

$|a| = \omega^2 |x| = \frac{1}{2} \omega^2 A \rightarrow |x| = \frac{A}{2}$



$\rightarrow W_t = \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} k \left(\frac{A}{2} \right)^2 = \frac{1}{4} W \quad \left(\text{với } W = \frac{1}{2} kA^2 \right)$

$\rightarrow W_d = W - W_t = \frac{3}{4} W$

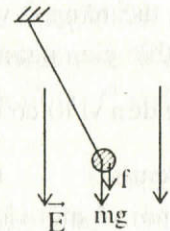
Vậy: $\frac{W_d}{W_t} = 3$

Câu 14. Đáp án D

$P' = mg + qE$

$g' = \frac{P'}{m} = g + \frac{qE}{m} = 10 + \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot 10^4}{0,01} = 15 (\text{m/s}^2)$

$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi \sqrt{\frac{0,5}{15}} \approx 1,15 (\text{s})$



Câu 15. Đáp án C

$A = W_d(\text{sau}) - W_d(\text{đầu}) = \frac{1}{2} I \omega^2 - 0 \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{2A}{I}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2000}{0,4}} = 100 (\text{rad/s})$

Câu 16. Đáp án A

Áp dụng công thức tổng quát: $f' = f \cdot \frac{v \pm v_M}{v \mp v_S}$

Vì nguồn thu đứng yên ($v_M = 0$) nên: $f' = f \cdot \frac{v}{v \mp v_S}$ ta được

$$\begin{cases} 740 = f \cdot \frac{340}{340 - 30} = f \cdot \frac{340}{310} \\ f' = f \cdot \frac{340}{340 + 30} = f \cdot \frac{340}{370} \end{cases} \rightarrow \frac{f'}{740} = \frac{310}{370} \rightarrow f' = 620 (\text{Hz})$$

Câu 17. Đáp án A

$L = I \cdot \omega = (mr^2) \cdot \frac{v}{r} = m \cdot v \cdot r = p \cdot r$

Câu 18. Đáp án C

$|M| = I \cdot |\gamma| = I \left| \frac{\omega - \omega_0}{t} \right| = 10 \cdot \left| \frac{0 - 30}{120} \right| = 2,5 (\text{N.m})$

Năm 2011

A. Phần chung cho tất cả thí sinh

Câu 1. Một chất điểm dao động điều hòa trên trục Ox. Khi chất điểm đi qua vị trí cân bằng thì tốc độ của nó là 20cm/s. Khi chất điểm có tốc độ là 10cm/s thì gia tốc của nó có độ lớn $40\sqrt{3} \text{ cm/s}^2$. Biên độ dao động của chất điểm

- A. 5cm B. 4cm C. 10cm D. 8cm

Câu 2. Một chất điểm dao động điều hòa theo phương trình $x = 4\cos\frac{2\pi}{3}t$ (x tính bằng cm, t tính bằng s). Kể từ $t = 0$ chất điểm đi qua vị trí có li độ $x = -2\text{cm}$ lần thứ 2011 tại thời điểm

- A. 3015s B. 6030s C. 3016 D. 6031s

Câu 3. Một chất điểm dao động điều hòa trên trục Ox với biên độ 10cm, chu kỳ 2s. Mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Tốc độ trung bình của chất điểm trong khoảng thời gian ngắn nhất khi chất điểm đi từ vị trí có động năng bằng 3 lần thế năng đến vị trí có động năng bằng $\frac{1}{3}$ lần thế năng là

- A. 26,12cm/s B. 7,32cm/s C. 14,64cm/s D. 21,96cm/s

Câu 4. Khi nói về một vật dao động điều hòa, phát biểu nào sau đây sai?

- A. Lực kéo về tác dụng lên vật biến thiên điều hòa theo thời gian.
B. Động năng của vật biến thiên tuần hoàn theo thời gian.
C. Vận tốc của vật biến thiên điều hòa theo thời gian.
D. Cơ năng của vật biến thiên tuần hoàn theo thời gian.

Câu 5. Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về sóng cơ?

- A. Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm trên cùng một phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm trên cùng pha.
B. Sóng cơ truyền trong chất rắn luôn luôn là sóng dọc.
C. Sóng cơ truyền trong chất lỏng luôn luôn là sóng ngang.
D. Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó cùng pha.

Câu 6. Ở mặt chất lỏng có hai nguồn sóng A, B cách nhau 18cm dao động theo phương thẳng đứng với phương trình $u_A = u_B = a\cos 50\pi t$ (với t tính bằng s). Tốc độ truyền sóng của mặt chất lỏng là 50cm/s. Gọi O là trung điểm của AB, điểm M ở mặt chất lỏng nằm trên đường trung trực của AB và gần O nhất sao cho phần tử chất lỏng tại M dao động cùng pha với phần tử chất lỏng tại O. Khoảng cách MO là

- A. 10cm B. $2\sqrt{10}$ cm C. $2\sqrt{2}$ cm D. 2cm

Câu 7. Một con lắc đơn được treo vào trần một thang máy. Khi thang máy chuyển động thẳng đứng đi lên nhanh dần đều với gia tốc có độ lớn a thì chu kỳ dao động điều hòa của con lắc là 2,52s. Khi thang máy chuyển động thẳng đứng đi lên chậm dần đều với gia tốc cũng có độ lớn a thì chu kỳ dao động điều hòa của con lắc là 3,15s. Khi thang máy đứng yên thì chu kỳ dao động điều hòa của con lắc là

- A. 2,96s B. 2,84s C. 2,61s D. 2,78s

Câu 8. Dao động một chất điểm có khối lượng 100g là tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương, có phương trình li độ lần lượt là $x_1 = 5\cos 10t$ và $x_2 = 10\cos 10t$ (x_1, x_2 tính bằng cm, t tính bằng s). Mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Cơ năng của chất điểm bằng

- A. 0,1125J B. 225J C. 112,5J D. 0,225J

Câu 9. Một sợi dây đàn hồi căng ngang đang có sóng dừng ổn định. Trên dây A là điểm nút, B là điểm bụng gần A nhất, C là trung điểm của AB với $AB = 10\text{cm}$. Biết khoảng thời gian ngắn nhất giữa hai lần mà li độ dao động của phần tử tại B bằng biên độ dao động của phần tử tại C là 0,2s. Tốc độ truyền sóng trên dây là

- A. 2m/s B. 0,5m/s C. 1m/s D. 0,25m/s

Câu 10. Một con lắc lò xo đặt trên mặt phẳng nằm ngang gồm lò xo nhẹ có một đầu cố định, đầu kia gắn với vật nhỏ m_1 . Ban đầu giữ vật m_1 tại vị trí mà lò xo nén 8cm, đặt vật nhỏ m_2 (có khối lượng bằng khối lượng vật m_1) trên mặt phẳng nằm ngang và sát với vật m_1 . Buông nhẹ để hai vật bắt đầu chuyển động theo phương của trục lò xo. Bỏ qua mọi ma sát. Ở thời điểm lò xo có chiều dài cực đại lần đầu tiên thì khoảng cách giữa hai vật m_1 và m_2 là

- A. 4,6cm B. 2,3cm C. 5,7cm D. 3,2cm

Câu 11. Một nguồn điểm O phát sóng âm có công suất không đổi trong môi trường truyền âm đẳng hướng và không hấp thụ âm. Hai điểm A và B cách nguồn âm lần lượt r_1 và r_2 . Biết cường độ âm tại A gấp 4 lần cường độ âm tại B. Tỷ số $\frac{r_2}{r_1}$ bằng

- A. 4 B. $\frac{1}{2}$ C. $\frac{1}{4}$ D. 2

Câu 12. Một chất điểm dao động điều hòa trên trục Ox. Trong thời gian 31,4s chất điểm thực hiện được 100 dao động toàn phần. Gốc thời gian là lúc chất điểm đi qua vị trí có li độ 2cm theo chiều âm với tốc độ $40\sqrt{3}\text{cm}$. Lấy $\pi = 3,14$. Phương trình dao động của chất điểm là

- A. $x = 6\cos(20t - \frac{\pi}{6})$ (cm) B. $x = 4\cos(20t + \frac{\pi}{3})$ (cm)
C. $x = 4\cos(20t - \frac{\pi}{3})$ (cm) D. $x = 6\cos(20t + \frac{\pi}{6})$ (cm)

Câu 13. Một con lắc đơn đang dao động điều hòa với biên độ góc α_0 tại nơi có gia tốc trọng trường là g. Biết lực căng dây lớn nhất bằng 1,02 lần lực căng dây nhỏ nhất. Giá trị của α_0 là

- A. $3,3^\circ$ B. $6,6^\circ$ C. $5,6^\circ$ D. $9,6^\circ$

Câu 14. Một sóng hình sin truyền theo phương Ox từ nguồn O với tần số 20Hz, có tốc độ truyền sóng nằm trong khoảng từ 0,7m/s đến 1m/s. Gọi A và B là hai điểm nằm trên Ox, ở cùng một phía so với O và cách nhau 10cm. Hai phần tử môi trường tại A và B luôn dao động ngược pha với nhau. Tốc độ truyền sóng là

- A. 100cm/s B. 80cm/s C. 85cm/s D. 90cm/s

B. Theo chương trình nâng cao

Câu 15. Con lắc vật lý là một vật rắn quay được quanh trục nằm ngang cố định. Dưới tác dụng của trọng lực, khi ma sát không đáng kể thì chu kỳ dao động nhỏ của con lắc

- A. không phụ thuộc vào gia tốc trọng trường tại vị trí con lắc dao động.
B. phụ thuộc vào biên độ dao động con lắc.
C. phụ thuộc vào khoảng cách từ trọng tâm của vật rắn đến trục quay của nó.
D. không phụ thuộc vào momen quán tính của vật rắn đối với trục quay của nó.

Câu 16. Một bánh đà đang quay đều quanh trục cố định của nó. Tác dụng vào bánh đà một momen hãm, thì momen động lượng của bánh đà có độ lớn giảm đều từ 3,0 kgm²/s xuống còn 0,9 kgm²/s trong thời gian 1,5s. Momen hãm tác dụng lên bánh đà trong khoảng thời gian có độ lớn là

- A. 3,3N.m B. 14N.m C. 1,4N.m D. 33N.m

Câu 17. Một vật rắn quay nhanh dần đều quanh một trục cố định. Tại t = 0, tốc độ góc của vật là ω_0 . Kể từ t = 0, trong 10s đầu, vật quay được góc 150rad và trong giây thứ 10 vật quay được một góc 24rad. Giá trị của ω_0 là

- A. 2,5rad/s B. 5rad/s C. 7,5rad/s D. 10rad/s

Câu 18. Một cái thước khi nằm yên dọc theo một trục tọa độ của hệ qui chiếu quán tính K thì có chiều dài l_0 . Khi thước chuyển động dọc theo trục tọa độ này với tốc độ bằng 0,8 lần tốc độ ánh sáng trong chân không thì chiều dài của thước đo được trong hệ K là

- A. 0,8 l_0 B. 0,6 l_0 C. 0,36 l_0 D. 0,64 l_0

Câu 19. Một vật rắn quay quanh một trục cố định, có momen quán tính không đổi đối với trục này. Nếu momen lực tác dụng lên vật khác không và không đổi thì vật sẽ quay

- A. với gia tốc góc không đổi B. với tốc độ góc không đổi
C. chậm dần đều rồi dừng hẳn D. nhanh dần đều rồi chậm dần đều

Câu 20. Một đĩa tròn mỏng đồng chất có đường kính 30cm, khối lượng 500g quay đều quanh trục cố định đi qua tâm đĩa là 0,03s. Công cần thực hiện để đĩa dừng lại có độ lớn là

- A. 820J B. 123J C. 493J D. 246J

Câu 21. Một sợi dây đàn hồi căng ngang, hai đầu cố định. Trên dây có sóng dừng, tốc độ truyền sóng không đổi. Khi tần số sóng trên dây là 42Hz thì trên dây có 4 điểm bụng. Nếu trên dây có 6 điểm bụng thì tần số sóng trên dây là

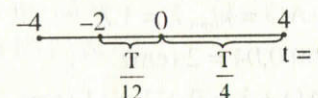
- A. 252Hz B. 126Hz C. 28Hz D. 63Hz

HƯỚNG DẪN GIẢI

Câu 1. Đáp án A

$$\begin{cases} \omega A = 20 \\ \left(\frac{v}{\omega A}\right)^2 + \left(\frac{a}{\omega^2 A}\right)^2 = 1 \end{cases} \Rightarrow \left(\frac{10}{20}\right)^2 + \left(\frac{40\sqrt{3}}{20\omega}\right)^2 = 1 \rightarrow \omega = 4 \text{ (rad/s)} \rightarrow A = 5 \text{ (cm)}$$

Câu 2. Đáp án C

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 3 \text{ (s)}$$


$$t = 0 \rightarrow x = 4\cos 0 = 4 \text{ (cm)}$$

$$\text{Lần đầu (lần 1) vật qua } x = -2 \text{ cm lúc: } t_1 = \frac{T}{4} + \frac{T}{12} = \frac{T}{3} = 1 \text{ (s)}$$

$$\text{Còn lại: } 2011 - 1 = 2010 \text{ (lần) qua } x = -2 \text{ cm}$$

$$\text{Số dao động toàn phần: } N = \frac{2010}{2} = 1005$$

$$\text{Thời gian: } \Delta t = N.T = 1005.3 = 3015$$

$$\text{Thời điểm cuối qua } x = -2 \text{ cm là lúc:}$$

$$t = t_1 + \Delta t = 1 + 3015 = 3016 \text{ (s)}.$$

Câu 3. Đáp án D

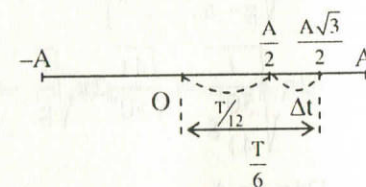
$$\bullet W_d = 3W_t: 4\left(\frac{1}{2}kx^2\right) = \frac{1}{2}kA^2 \rightarrow x = \pm \frac{A}{2}$$

$$\bullet W_d = \frac{1}{3}W_t: \frac{4}{3}\left(\frac{1}{2}kx^2\right) = \frac{1}{2}kA^2 \rightarrow x = \pm \frac{A\sqrt{3}}{2}$$

Thời gian nhỏ nhất khi vật di từ $\frac{A}{2} \rightarrow \frac{A\sqrt{3}}{2}$ (hoặc $-\frac{A}{2} \rightarrow -\frac{A\sqrt{3}}{2}$) với thời gian:

$$\Delta t = \frac{T}{6} - \frac{T}{12} = \frac{T}{12} = \frac{1}{6} \text{ (s)}$$

$$\text{Tốc độ trung bình: } \bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\frac{A}{2}(\sqrt{3}-1)}{\frac{1}{6}} = \frac{5(\sqrt{3}-1)}{1} \approx 21,96 \text{ (cm)}$$



Câu 4. Đáp án D

Câu 5. Đáp án D

Câu 6. Đáp án B

- $u_{1M} = u_{2M} = a \cos(50\pi t - 2\pi \frac{d_1}{\lambda}) \rightarrow u_M = 2u_{1M} = 2a \cos(50\pi t - 2\pi \frac{d_1}{\lambda})$
- $u_{1O} = u_{2O} = a \cos(50\pi t - 2\pi \frac{AO}{\lambda}) \rightarrow u_O = 2u_{1O} = 2a \cos(50\pi t - 2\pi \frac{AO}{\lambda})$

Độ lệch pha giữa M và O:

$$\Delta\varphi = \varphi_O - \varphi_M = \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - AO) = 2k\pi \rightarrow d_1 - AO = k\lambda \quad (*)$$

Vì M không trùng với O nên $d_1 > AO \rightarrow d_1 - AO > 0 \rightarrow k\lambda > 0$

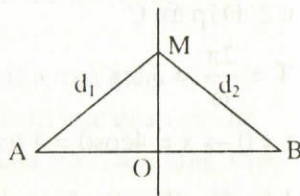
$\rightarrow k = 1, 2, 3, \dots$

$$(*) \rightarrow d_{1(\min)} - AO = k_{\min} \cdot \lambda = 1 \cdot \lambda$$

$$\text{với } \lambda = v \cdot T = 50 \cdot 0,04 = 2 \text{ (cm)}$$

$$\text{Vậy } d_{1(\min)} = AO + \lambda = 9 + 2 = 11 \text{ (cm)}$$

$$MO_{(\min)} = \sqrt{d_{1(\min)}^2 - AO^2} = \sqrt{11^2 - 9^2} = 2\sqrt{10} \text{ (cm)}$$



Câu 7. Đáp án D

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= 2\pi \sqrt{\frac{l}{g+a}} = 2,52 \\ T_2 &= 2\pi \sqrt{\frac{l}{g-a}} = 3,15 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \sqrt{\frac{g-a}{g+a}} = \frac{2,52}{3,15} = 0,8 \rightarrow a = \frac{9}{41} g$$

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{50}} = \sqrt{\frac{41}{50}} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = \sqrt{\frac{50}{41}} \cdot 2,52 \approx 2,78 \text{ (s)}$$

Câu 8. Đáp án A

$$x = x_1 + x_2 = 15 \cos 10t$$

$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot (10)^2 \cdot (0,15)^2 = 0,1125 \text{ (J)}$$

Câu 9. Đáp án B

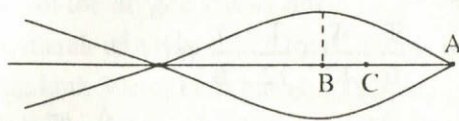
Biểu thức sóng dừng trên dây:

$$u = 2A \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

Lấy A làm gốc thì d được tính từ A.

Biên độ dao động tại C:

$$a_C = 2A \left| \cos\left(\frac{2\pi d_C}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) \right| \text{ với } \begin{cases} d_C = AC = 5\text{cm} \\ \lambda = 4AB = 40\text{cm} \end{cases}$$

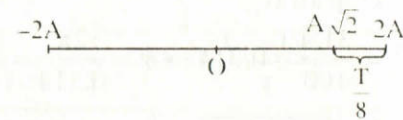


$$= 2A \left| \cos \frac{3\pi}{4} \right| = A\sqrt{2}$$

Thời gian ngắn nhất để điểm B dao động với biên độ $2A$ đi từ $A\sqrt{2} \rightarrow A\sqrt{2}$ là $2 \cdot \frac{T}{8} = \frac{T}{4}$

$$\text{Vậy: } \frac{T}{4} = 0,2 \rightarrow T = 0,8 \text{ (s)}$$

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{40}{0,8} = 50 \text{ (cm/s)} = 0,5 \text{ (m/s)}$$



Câu 10. Đáp án D

- Sau khi buông lò xo thì m_1 dao động nhanh dần nên cả hai vật m_1 và m_2 nằm sát nhau và cùng dao động điều hòa với

$$\text{tần số } \omega_1 = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}} = \sqrt{\frac{k}{2m_1}}$$

V tại vị trí cân bằng O (lò xo trở về trạng thái tự nhiên) với:

$$v = \omega_1 A_1 = \sqrt{\frac{k}{2m_1}} \cdot A_1 \quad (A_1 = 8\text{cm}) \quad (1)$$

- Sau khi qua khỏi O thì m_1 dao động chậm dần còn vật m_2 do quán tính nên vẫn giữ nguyên tốc độ v và trở thành chuyển động nhanh hơn vật m_1 , do đó hai vật bắt đầu tách ra:

- m_1 dao động điều hòa với tần số $\omega_2 = \sqrt{\frac{k}{m_1}}$ và có biên độ A_2 cho bởi:

$$v = \omega_2 A_2 \quad (2)$$

$$(1) \text{ và } (2) \text{ cho: } \omega_1 A_1 = \omega_2 A_2$$

$$\sqrt{\frac{k}{2m_1}} \cdot 8(\text{cm}) = \sqrt{\frac{k}{m_1}} \cdot A_2 \rightarrow A_2 = \frac{8}{\sqrt{2}} = 4\sqrt{2} \text{ (cm)}$$

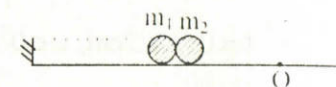
lúc này lò xo có chiều dài cực đại.

Thời gian từ lúc lò xo có chiều dài tự nhiên (vật ở O) đến khi lò xo dài cực

$$\text{đại là: } \frac{T}{4} = \frac{1}{4} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

- Trong thời gian $\frac{T}{4}$ vật qua m_2 chuyển động thẳng đều và đi được:

$$s_2 = v \cdot \frac{T}{4} = \sqrt{\frac{k}{2m_1}} \cdot A_1 \cdot \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{k_1}{k}} = \frac{A_1 \cdot \pi}{2\sqrt{2}} = \frac{8\pi}{2\sqrt{2}} = 2\sqrt{2} \cdot \pi \text{ (cm)}$$



Khoảng cách hai vật: $\Delta s = s_2 - A_2 = 2\sqrt{2} \cdot \pi - 4\sqrt{2} \approx 3,2 \text{ (cm)}$

Câu 11. Đáp án D

$$\frac{I_A}{I_B} = \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2 \rightarrow \frac{r_2}{r_1} = \sqrt{\frac{I_A}{I_B}} = \sqrt{4} = 2$$

Câu 12. Đáp án B

$$\bullet T = \frac{31,4}{100} = 0,314 \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{0,314} = 20 \text{ (rad/s)}$$

$$\bullet A = \sqrt{x^2 + \left(\frac{v}{\omega} \right)^2} = \sqrt{2^2 + \left(\frac{40\sqrt{3}}{20} \right)^2} = 4 \text{ (cm)}$$

$$\bullet t = 0, x = 2 \text{ cm}, v < 0$$

$$\begin{cases} 2 = 4 \cos \varphi \\ v = -\omega A \sin \varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = \frac{1}{2} \rightarrow \varphi = \frac{\pi}{3} \\ \sin \varphi > 0 \end{cases}$$

$$\text{Vậy: } x = 4 \cos \left(20t + \frac{\pi}{3} \right) \text{ (cm)}$$

Câu 13. Đáp án B

$$\mathcal{T} = mg(3 \cos \alpha - 2 \cos \alpha_0)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \mathcal{T}_{\max} = mg(3 - 2 \cos \alpha_0) \\ \mathcal{T}_{\min} = mg \cdot \cos \alpha_0 \end{cases} \rightarrow \frac{mg(3 - 2 \cos \alpha_0)}{mg \cdot \cos \alpha_0} = 1,02$$

$$\rightarrow 3 - 2 \cos \alpha_0 = 1,02 \cos \alpha_0 \rightarrow \cos \alpha_0 = \frac{3}{3,02} \rightarrow \alpha_0 \approx 6,6^\circ$$

Câu 14. Đáp án B

$$\text{Hai điểm ngược pha cách nhau: } d = \left(k + \frac{1}{2} \right) \lambda = \left(k + \frac{1}{2} \right) \cdot \frac{v}{f}$$

$$\rightarrow v = \frac{d \cdot f}{k + \frac{1}{2}} = \frac{200}{k + \frac{1}{2}} \text{ (cm/s)}$$

$$70 \leq v = \frac{200}{k + \frac{1}{2}} \text{ (cm/s)} \leq 100$$

$$1,5 \leq k \leq \frac{33}{14} = 2,3 \rightarrow k = 2$$

$$\text{Vậy } v = \frac{200}{2,5} = 80 \text{ (cm/s)}$$

Câu 15. Đáp án C.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}} \text{ phụ thuộc vào khoảng cách } d \text{ từ trọng tâm của vật rắn đến trục quay.}$$

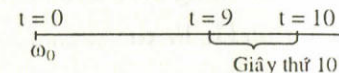
Câu 16. Đáp án C

$$\text{Có: } \begin{cases} M = I \cdot \gamma = I \cdot \frac{\omega_2 - \omega_1}{t} \\ L_1 - L_2 = I(\omega_1 - \omega_2) \end{cases} \rightarrow \frac{M}{L_1 - L_2} = -\frac{1}{t} \rightarrow M = -\frac{L_1 - L_2}{t} = -\frac{3 - 0,9}{1,5} = -1,4$$

$$\text{Vậy } |M| = 1,4 \text{ (N.m)}$$

Câu 17. Đáp án B

$$\text{Áp dụng công thức } \Delta \varphi = \frac{1}{2} \gamma t^2 + \omega_0 t$$



• Trong 9s đầu (từ $t = 0 \rightarrow t = 9$) vật quay được:

$$\Delta \varphi = 150 - 24 = 126 \text{ (rad) nên: } 126 = \frac{1}{2} \gamma \cdot 9^2 + 9 \cdot \omega_0 \quad (1)$$

• Trong 10s đầu (từ $t = 0 \rightarrow t = 10$) vật quay được 150 rad:

$$150 = \frac{1}{2} \gamma \cdot 10^2 + 10 \cdot \omega_0 \quad (2)$$

$$(1) \text{ và } (2) \text{ cho: } \frac{10^2}{9^2} = \frac{150 - 10\omega_0}{126 - 9\omega_0} \rightarrow \omega_0 = 5 \text{ (rad/s)}$$

Câu 18. Đáp án B

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = l_0 \sqrt{1 - 0,8^2} = 0,6l_0$$

Câu 19. Đáp án A

$$\gamma = \frac{M}{I} \text{ không đổi}$$

Câu 20. Đáp án D

$$A = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} m R^2 \right) \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot 0,15^2 \right) \left(\frac{2\pi}{0,03} \right)^2 \approx 123 \text{ (J)}$$

Câu 21. Đáp án D

$$\left. \begin{aligned} l &= 4 \cdot \frac{v}{2f} = 2 \cdot \frac{v}{42} \\ l &= 6 \cdot \frac{v}{2f'} = 3 \cdot \frac{v}{f'} \end{aligned} \right\} \Rightarrow f' = \frac{42 \cdot 3}{2} = 63 \text{ (Hz)}$$

MỤC LỤC

Chương 1. Động lực học vật rắn

Bài 1. Chuyển động quay của vật rắn quanh một trục cố định	3
Bài 2. Phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục cố định	17
Bài 3. Momen động lượng. Định luật bảo toàn momen động lượng	29
Bài 4. động năng của vật rắn quay quanh một trục cố định	37
Bài 5. Tổng kết chương I: Động lực học vật rắn	45

Chương II. Dao động cơ

Bài 6. Dao động điều hòa	55
Bài 7. Con lắc lò xo	97
Bài 8. Con lắc đơn	120
Bài 9. Dao động tắt dần. Dao động cưỡng bức	158
Bài 10. Tổng hợp dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số – Phương pháp giản đồ Fre-nen	163
Bài 11. Tổng kết chương II: Dao động cơ	172

Chương III. Sóng cơ và sóng âm

Bài 12. Sóng cơ và sự truyền sóng cơ	193
Bài 13. Giao thoa sóng	213
Bài 14. Sóng dừng	234
Bài 15. Đặc trưng vật lí của âm	254
Bài 16. Hiệu ứng Dop – ple	263
Bài 17. Tổng kết chương III : Sóng cơ	271
Ôn tập phần cơ học	286
Đề thi Đại học và Cao đẳng 2010 và 2011	305